

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 077**

51 Int. Cl.:

**G21F 9/30** (2006.01)

**G21F 9/32** (2006.01)

**B01D 53/14** (2006.01)

**B01D 53/78** (2006.01)

**B01D 59/00** (2006.01)

**B01D 53/04** (2006.01)

**B01D 59/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2010 E 10708274 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 2406792**

54 Título: **Tratamiento de residuos radioactivos carbonados**

30 Prioridad:

**11.03.2009 FR 0951517**

**07.05.2009 US 437195**

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

**13.03.2013**

73 Titular/es:

**ELECTRICITÉ DE FRANCE (100.0%)**

**22-30 avenue de Wagram**

**75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LAURENT, GÉRARD**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 398 077 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

Tratamiento de residuos radioactivos carbonados

5 La invención se refiere al tratamiento de residuos radioactivos carbonados, tales como por ejemplo las estructuras de grafito (“camisas” que rodean los montajes combustibles nucleares, o “ladrillos” que sirven de reflector o de moderador) o también las resinas orgánicas (a menudo en forma de bolas o de pastillas) utilizadas para atrapar otros residuos radioactivos, en particular, en reactores de centrales nucleares.

En estos residuos carbonados, se busca el aislamiento y el almacenamiento confinado de los radionúclidos volátiles, tales como el tritio ( $^3\text{H}$ ), el cloro 36 ( $^{36}\text{Cl}$ ) y, en particular, los isótopos del carbono, en particular el isótopo radioactivo  $^{14}\text{C}$  (denominado de aquí en adelante “carbono 14”).

10 Entonces están previstos dos tipos de tratamiento de estos residuos carbonados:

- un primer tipo de tratamiento para obtener un óxido de carbono, por ejemplo monóxido y/o dióxido de carbono cuyo elemento carbono es el isótopo carbono 14, y
- un segundo tipo de tratamiento de este óxido de carbono para obtener un precipitado sólido por reacción con un elemento elegido tal como, por ejemplo, calcio.

15 Este segundo tipo de tratamiento, denominado entonces “carbonatación”, consiste por ejemplo en hacer burbujear el óxido de carbono en una solución que contiene cal viva (cuando el elemento elegido es calcio) y el precipitado sólido obtenido (típicamente calcita  $\text{CaCO}_3$  cuyo elemento carbono es el isótopo  $^{14}\text{C}$ ) puede estar confinado y almacenado de forma duradera en masa en contenedores almacenados en superficie o enterrados bajo un determinado espesor de tierra, por ejemplo bajo una colina. Se indica aquí que una variante consiste en hacer reaccionar el óxido de carbono con otro elemento más que el calcio, tal como el magnesio (u otros metales), para obtener magnesita  $\text{MgCO}_3$ . Se retendrá por lo tanto que este segundo tipo de tratamiento tiene por objeto obtener de manera general un precipitado sólido insoluble, de carbonatos y/o sales que incluyen el elemento carbono.

20 Habitualmente, el segundo tipo de tratamiento se aplica a todo tipo de óxido de carbono que resulta del primer tratamiento. Se obtiene así un precipitado sólido procedente de todo óxido de carbono resultante del tratamiento de los residuos.

Esta solución es poco satisfactoria al menos por dos razones. Por una parte, el acondicionamiento, el almacenamiento y el entierro del precipitado sólido (calcita u otro) son muy costosos. Por otra parte, se busca, por el respeto del medio ambiente, de tener que almacenar la menor cantidad posible de residuos (sobre todo si éstos son destructibles o tratables).

30 La presente invención viene entonces a mejorar la situación.

A tal efecto, propone en primer lugar un procedimiento que incluye:

- una primera fase durante la cual se aplica a la vez el primer y el segundo tipo de tratamiento, y
- una segunda fase durante la cual se aplica solamente el primer tipo de tratamiento.

35 En efecto, se observó que el isótopo radioactivo  $^{14}\text{C}$ , probablemente a causa de la naturaleza de sus enlaces atómicos de propiedades diferentes de las del carbono no radioactivo  $^{12}\text{C}$  y eventualmente de las del otro isótopo  $^{13}\text{C}$  (poco o nada nocivo), tiene una tendencia a reaccionar más rápidamente que los otros isótopos del carbono durante la aplicación del primer tipo de tratamiento.

Se da una explicación de este efecto a continuación. En reactor, en un flujo de neutrones térmicos, dos reacciones son la causa del isótopo  $^{14}\text{C}$ :

- 40
- una primera reacción  $^{13}\text{C} (n, \gamma): ^{14}\text{C}$  y
  - una segunda reacción  $^{14}\text{N} (n, p): ^{14}\text{C}$ .

La primera reacción es preponderante con respecto a la segunda, en la medida en que el carbono constituye mayoritariamente la matriz grafito mientras que el nitrógeno está contenido principalmente en los poros del grafito.

45 Cálculos pusieron de manifiesto que las energías de retroceso del isótopo  $^{14}\text{C}$ , resultante de los dos tipos de reacciones, fueron suficientes para romper los enlaces químicos en planos grafenos de la estructura del grafito. En efecto, las energías de enlace son en general superiores a 1 KeV (para el isótopo  $^{14}\text{C}$  resultante del isótopo  $^{13}\text{C}$ ) y del orden 40 KeV (para el isótopo  $^{14}\text{C}$  resultante del isótopo  $^{14}\text{N}$ ). Existe por lo tanto una alta probabilidad para que el enlace C-C en los planos grafenos, cuya energía es aproximadamente de 280 eV, esté rota para los átomos del isótopo  $^{14}\text{C}$  y que estos átomos estén desplazados de su lugar estructural. En reactor, estos átomos son

50

susceptibles de formar de nuevo enlaces con átomos de carbono o con impurezas del grafito, pero las temperaturas de funcionamiento del reactor no son entonces suficientes para reconstituir los planos grafenos.

Así, por lo tanto, el isótopo  $^{14}\text{C}$  tiene la tendencia de ser liberado de manera preferente al isótopo  $^{12}\text{C}$ , durante los primero y/o segundo tratamientos antes citados.

- 5 En otros términos, en el primer tiempo del tratamiento por oxidación de los residuos, se libera en primer lugar esencialmente óxido de carbono del que el elemento carbono está más cargado en isótopo radioactivo  $^{14}\text{C}$ ; viene a continuación óxido de carbono cuyo elemento carbono no es poco o nada radioactivo debido al compuesto principalmente  $^{12}\text{C}$ . Se comprenderá por lo tanto que este óxido de carbono no radioactivo se puede desechar directamente en la atmósfera, sin tener que ser tratado para obtener un precipitado sólido.
- 10 En términos más genéricos, en el procedimiento de la invención donde los residuos carbonados incluyen inicialmente carbono 14, el precipitado sólido obtenido después de la primera fase incluye esencialmente carbono 14, mientras que el óxido de carbono procedente de la segunda fase no incluye carbono 14 o no incluye más que una cantidad residual, y es, por lo tanto, aceptable para un rechazo directo. El óxido de carbono procedente de la segunda fase se puede entonces evacuar libremente en la atmósfera (o se puede conformar por ejemplo en estado oxidado hasta obtener dióxido de carbono para evitar desechar monóxido de carbono en la atmósfera).
- 15

El instante propicio para bascular de la primera fase a la segunda fase y desechar entonces el óxido de carbono en la atmósfera se puede determinar del siguiente modo:

- se mide una cantidad de radiactividad en el óxido de carbono obtenido a raíz de la aplicación del primer tipo de tratamiento en la primera fase, y
- 20 - se decide aplicar la segunda fase si la cantidad de radiactividad es inferior a un umbral elegido.

No obstante, para llevar a cabo tal realización, conviene asegurar que solamente el óxido de carbono es susceptible de ser radioactivo en la primera fase de tratamiento. Ahora bien, los residuos que se deben tratar pueden incluir otros elementos más que el carbono, siendo estos elementos no carbonados y volátiles radioactivos, tal como, por ejemplo, el tritio ( $^3\text{H}$ ) o el isótopo 36 del cloro ( $^{36}\text{Cl}$ ), u otros. En una configuración habitual, pero ventajosa en el contexto de la invención, se trituran los residuos y son transportados por vía húmeda y los elementos radioactivos no carbonados se confinan y se tratan en la vía húmeda, mientras que el óxido de carbono se extrae de la vía húmeda bajo forma volátil. Es ventajoso entonces recurrir a un analizador de radiactividad dispuesto juiciosamente. En este caso concreto, la cantidad de radiactividad en el óxido de carbono es medida ventajosamente por tal analizador, dispuesto fuera de la vía húmeda. Este analizador puede medir típicamente la actividad  $\beta$  sobre el carbono 14 que incluyen eventualmente las emanaciones de óxido de carbono procedente del primer tipo de tratamiento.

25

30

Se indica aquí que el "primer tipo de tratamiento" antes citado tiene por objeto degradar los residuos para obtener un óxido de carbono, típicamente de monóxido CO o de dióxido CO<sub>2</sub>. Se conocen actualmente, en el ámbito del tratamiento de los residuos radioactivos, varias maneras de obtener un óxido de carbono:

- 35 - por reformado al vapor (o "*steam reforming*" en palabra anglosajona), tal como se describe, en particular, en el documento de la patente de EE.UU. n° 2002/064251,
- o también por calentamiento en gas inerte (o "*roasting*").

El reformado al vapor es un tratamiento a base de vapor de agua recalentado, según una reacción del tipo  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ , que tiene lugar preferentemente a una temperatura superior o del orden de 900°C, y preferentemente en el contexto de la invención a 1200°C o más, como se verá más adelante.

40

El calentamiento en gas inerte (por ejemplo en nitrógeno N<sub>2</sub>), se efectúa también preferentemente a una temperatura superior o del orden de 900°C, y preferentemente en el contexto de la invención a 1200°C o más, según una reacción del tipo  $\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$  y/o  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  y/o la misma reacción que anteriormente  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$  con agua procedente de la vía húmeda (en medio acuoso).

45 En el contexto de la invención, se busca en particular emplear estas reacciones a una temperatura superior a 900°C (que es la temperatura utilizada habitualmente para estas reacciones) ya que se observó, tal como se describe en detalles más adelante en referencia a la figura 2, que el efecto según el cual el carbono 14 reacciona antes del carbono no radioactivo  $^{12}\text{C}$  para formar el óxido CO o CO<sub>2</sub> resultó tanto más marcado cuanto que la temperatura de reacción (o más generalmente de los residuos carbonados) es elevada. Se utilizan entonces preferentemente hornos capaces de superar esta temperatura de 900°C, en una instalación de tratamiento de residuos para el empleo del procedimiento en el sentido de la invención.

50

Así, en complemento o en variante de la utilización de un analizador de radiactividad sobre el óxido de carbono generado durante la primera fase, puede ser ventajoso por otro lado disponer de ábacos para determinar, en función de la temperatura de las reacciones de oxidación, el momento en que las emanaciones de óxido de carbono se

pueden liberar al aire libre. En tal empleo, se puede por lo tanto bascular de la primera fase a la segunda fase a un instante elegido en función de al menos:

- una cantidad inicial de residuos que se deben tratar,
- y una temperatura de reacción de oxidación, durante la aplicación del primer tipo de tratamiento.

5 Es ventajoso por otro lado comenzar el tratamiento de oxidación del carbono por:

- el *roasting* (aplicando una carbonatación al óxido de carbono obtenido, sin liberación al aire libre aquí), y
- de proseguir el tratamiento de los residuos por el *steam reforming* (aplicando una carbonatación solamente durante una duración elegida, antes de evacuar libremente a continuación el óxido de carbono que permanece en la atmósfera).

10 Así, en términos más genéricos, el primer tipo de tratamiento incluye, en la primera fase, un calentamiento en gas inerte y, en las primeras y segundas fases, un reformado al vapor.

La presente invención contempla también una instalación para el tratamiento de residuos radioactivos carbonados, incluyendo esta instalación medios para el empleo del procedimiento en el sentido de la invención. Estos medios se describen en detalles a continuación.

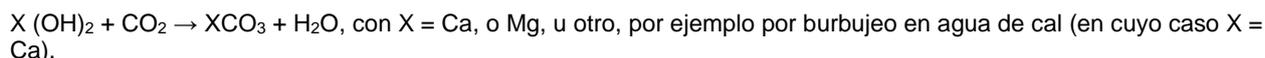
15 Por otra parte, otras características y ventajas de la invención aparecerán al examen de la descripción detallada a continuación, y de los dibujos anexos en los cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente una instalación para el tratamiento de los residuos en el sentido de la invención, y
- la figura 2 ilustra distintas variaciones del porcentaje de carbono 14 que haya reaccionado en forma de óxido en función del tiempo, para distintas temperaturas respectivas de reacción.

20 Se refiere en primer lugar a la figura 1 sobre la cual una trituradora BR tritura grafito (con una granulometría típicamente del orden del centímetro), bajo el agua. Una cantidad Q de residuos carbonados es transportada por una vía húmeda (H<sub>2</sub>O) hacia un primer horno, aquí de *roasting*, para una primera operación de oxidación denominada "en gas inerte", preferentemente a una temperatura de 1200°C. En el horno FO1, la operación de reacción puede ser del tipo:



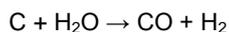
Se aplica a continuación una reacción de carbonatación del tipo:



30 Se indica aquí que una variante posible de la carbonatación consiste más bien en aplicar una separación isotópica del carbono, del tipo descrito en el documento de patente japonesa nº 2000 070678.

No obstante, se prefiere aquí la carbonatación ya que, al producir calcita a partir de agua de cal (X = Ca), solamente algunos m<sup>3</sup> de carbonato al año así se producen y se pueden almacenar de forma duradera (por ejemplo enterrados bajo un lugar elegido). En esta etapa, del orden de un 30% de carbono 14 que incluyen los residuos de grafito ya se tratan. Por otra parte, un 80% del tritio también se trata a esta etapa. La etapa de *roasting* se puede renovar eventualmente sobre varios ciclos con el fin de purgar lo más posible los residuos de origen del carbono 14 descontaminable durante esta etapa de *roasting*.

40 Se transporta una cantidad complementaria Q' (con Q' = αQ o α < 1), siempre bajo vía húmeda H<sub>2</sub>O, hacia un segundo horno FO2, para el empleo propiamente dicho de la invención. Se aplica en este segundo horno FO2 una reacción de *steam reforming* que consiste en efectuar la reacción:



45 Se conduce preferentemente esta reacción aquí a 1200°C o más, a partir de una inyección de vapor de agua recalentada. A continuación, el óxido de carbono se recoge, en una primera fase, para hacerlo reaccionar con el fin de obtener un precipitado de carbonato XCO<sub>3</sub> (por ejemplo con agua de cal, en cuyo caso X = Ca). Se indica que, gracias al procedimiento de la invención, la cantidad de carbonato, en forma de residuos sólidos que se deben enterrar bajo colina, es solamente de aproximadamente 100 m<sup>3</sup>/año y esto, por una optimización del momento en el cual se puede cesar la carbonatación para pasar a una segunda fase en que se rechaza directamente el óxido de carbono (en forma de gas) en la atmósfera.

50 En particular, en un empleo de la invención, un analizador de radiación β, fuera de la vía húmeda, detecta en las emanaciones de óxido de carbono la presencia del carbono 14. Si el analizador AN detecta carbono 14 por debajo

de un umbral dado THR (por ejemplo del orden de 1%) en las emanaciones de óxido de carbono, entonces las emanaciones de óxido de carbono se pueden desechar directamente a la atmósfera, y la operación de carbonatación se puede detener.

5 Esta medida fuera de la vía húmeda es ventajosa en el sentido en que otros elementos radioactivos de los residuos, a tratar, permanecen confinados en la vía húmeda y no se extraen a esta etapa de *steam reforming*. Tal es el caso, en particular, del tritio  $^3\text{H}$ , y del  $^{36}\text{Cl}$ , susceptibles de emitir una radiación  $\beta$  pero que permanecen confinados en la vía húmeda, de tal modo que el analizador AN no detecte su radiación y sólo detecte la radiación del carbono 14 en los humos, lo que hace posible una medida en tiempo real del instante de cambio de la primera fase de carbonatación hacia la segunda fase de rechazo libre.

10 Por último, se tratan elementos radioactivos en los residuos, otros que el carbono 14 (en particular, el tritio, el cloro 36, el cesio, el cobalto, el hierro y otros metales), en cuanto a estos, en la vía húmeda y se atrapan en ésta para ser recogidos finalmente y almacenados de forma duradera.

15 En referencia a la figura 2, se explica ahora el interés en efectuar la operación de *roasting* (con varios ciclos en caso necesario) y más concretamente la operación de *steam reforming* a una elevada temperatura con respecto a las temperaturas de los procedimientos del estado de la técnica anterior (siendo estas temperaturas a menudo cercanas a 900°C, o incluso inferiores a 900°C).

20 Se observó por el inventor, por primera vez a su conocimiento, que el carbono 14 reaccionaba mayoritariamente antes que los otros isótopos del carbono, tanto durante la reacción de *roasting* como de *steam reforming*. Este efecto muy probablemente se debe a la naturaleza de los enlaces atómicos del carbono 14, con respecto a los otros isótopos. El efecto es tanto más marcado cuanto la temperatura de reacción de oxidación es elevada. Así, en referencia a la figura 2, todo indica que las curvas que representan el porcentaje de carbono 14 que ya ha reaccionado son de forma sensiblemente convexa (puesto que el carbono 14 reacciona antes que los otros isótopos, mayoritariamente) y, sobre todo, la convexidad de las curvas es tanto más marcada cuanto la temperatura de reacción es elevada. Así, más bien que hacer reaccionar todo el óxido de carbono para producir carbonatos almacenables en masa, se fija un umbral THR más allá del cual la cantidad de carbono 14 que corre el riesgo de ser liberada a la atmósfera en forma de óxido de carbono gaseoso es desdeñable o, al menos, tolerada por las autoridades públicas habida cuenta de su impacto sanitario y medioambiental.

30 Este umbral THR es mucho más rápido en alcanzar si la temperatura de reacción es elevada, como lo muestra la figura 2. Así, se prefieren temperaturas de reacción en el horno FO2 más bien del orden de 1200°C, con respecto al estado de la técnica anterior donde se conocía aplicar más bien una temperatura de 900°C. Si los hornos pueden permitirlo en el futuro, una temperatura aún superior, por ejemplo de 1500°C, sería especialmente ventajosa. Se constata, en cualquier caso, que el tiempo  $t_{1200^\circ\text{C}}$  al cual puede bascular el procedimiento de la fase de carbonatación a la fase de desecho libre de emanaciones de óxido de carbono es mucho más corto para elevadas temperaturas que para temperaturas bajas.

35 Conviene tener en cuenta por otro lado que el paso convexo de las curvas de porcentaje de carbono que hayan reaccionado en forma de óxido, en función del tiempo, se observa tanto para la reacción de oxidación en *roasting*, como en *steam reforming*.

40 No obstante, en principio, en la etapa de *roasting* en el horno FO1, no está previsto un desecho libre de las emanaciones de óxido de carbono. Por ello, no está previsto cambio hacia una segunda fase de desecho libre, siendo esta operación reservada para el tratamiento por *steam reforming*, en el ejemplo descrito aquí.

Bien entendido, la presente invención no se limita a la forma de realización descrita antes a título de ejemplo; se extiende a otras variantes.

45 Por ejemplo, no se describió con todo detalle cómo atrapar el tritio o el cloro 36 en el procedimiento descrito antes en referencia a la figura 1, quedando entendido que la invención se refiere más bien al tratamiento del carbono 14 en los residuos carbonados. Se observó sin embargo que estos elementos permanecen atrapados en el agua de la vía húmeda.

50 Por otra parte, la etapa de *roasting*, en sí, puede hacer intervenir una pluralidad de reacciones tales como  $\text{C} + \alpha/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_\alpha$ , con  $\alpha = 1$  ó  $2$ , o también  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ , pero conduciendo todas a la oxidación del carbono, de manera general. El agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que se produce en la última reacción citada más arriba puede ser resultante de la vía húmeda (bajo forma residual o no). Se retendrá finalmente que, contrariamente a la etapa de *steam reforming* dónde se inyecta voluntariamente sobre los residuos vapor de agua recalentado, la etapa de *roasting* deteriora simplemente por oxidación los residuos, y esto a alta temperatura (cercana a 1200°C o más). Se retendrá también que es ventajoso llevar esta etapa de *roasting* aplicando varios ciclos.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento de tratamiento de residuos radioactivos carbonados, que incluye:
- un primer tipo de tratamiento de los residuos para obtener un óxido de carbono, y
  - un segundo tipo de tratamiento para obtener un precipitado sólido de óxido de carbono por reacción con un elemento elegido,
- 5 caracterizado porque incluye:
- una primera fase durante la cual se aplica a la vez el primero y el segundo tipo de tratamiento,
  - y una segunda fase durante la cual se aplica solamente el primer tipo de tratamiento.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el óxido de carbono procedente de la segunda fase se conforma para ser evacuado libremente en la atmósfera.
- 10 3.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el elemento elegido es el calcio, porque el segundo tipo de tratamiento es una carbonatación, y porque el precipitado sólido de la primera fase es calcita, destinada a ser acondicionada para ser almacenada de forma duradera.
- 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque:
- se mide una cantidad de radiactividad en el óxido de carbono obtenido a raíz de la aplicación del primer tipo de tratamiento en la primera fase, y
  - se decide aplicar la segunda fase si la cantidad de radiactividad es inferior a un umbral elegido.
- 15 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, en el que los residuos incluyen elementos no carbonados radioactivos, caracterizado porque los residuos se trituran y se transportan por vía húmeda y los elementos radioactivos no carbonados se confinan y se tratan en la vía húmeda, mientras que el óxido de carbono se extrae de la vía húmeda bajo forma volátil, y porque la cantidad de radiactividad en el óxido de carbono es medida por un analizador dispuesto fuera de la vía húmeda.
- 20 6.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer tipo de tratamiento incluye al menos un reformado al vapor.
- 25 7.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el primer tipo de tratamiento incluye, en la primera fase, un calentamiento en gas inerte.
- 8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque se elige bascular de la primera fase a la segunda fase en un instante elegido en función de al menos:
- una cantidad inicial de residuos que se deben tratar, y
  - una temperatura de reacción de oxidación, durante la aplicación del primer tipo de tratamiento.
- 30 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque dicha temperatura es superior a 900°C, y preferentemente del orden de 1200°C.
- 10.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los residuos carbonados incluyen inicialmente carbono 14, caracterizado porque el precipitado sólido obtenido después de la primera fase incluye esencialmente el carbono 14, mientras que el óxido de carbono de la segunda fase no incluye carbono 14 más que en cantidad residual.
- 35 11.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos residuos carbonados incluyen al menos el grafito y/o resinas.
- 12.- Instalación para el tratamiento de residuos radioactivos carbonados, caracterizada porque incluye medios para el empleo del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 40

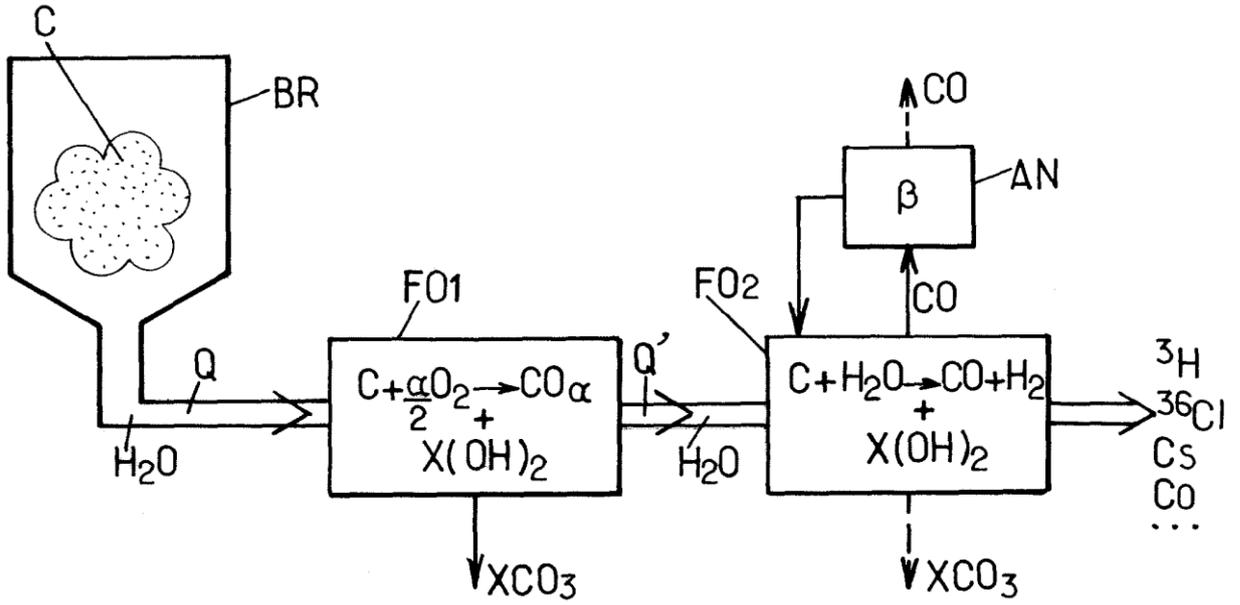


FIG.1.

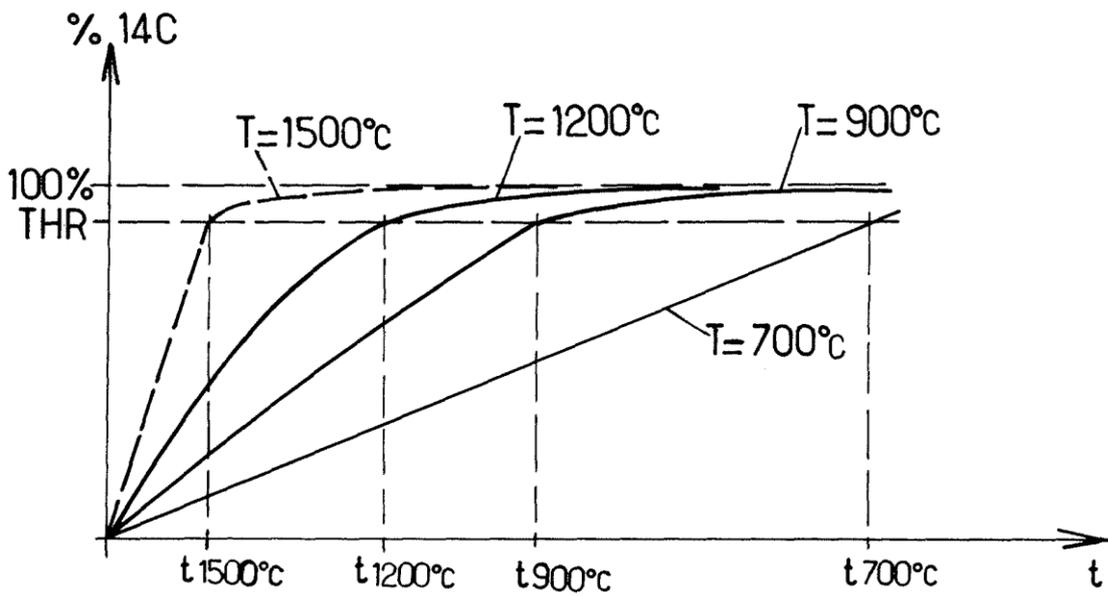


FIG.2.