

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 794**

51 Int. Cl.:

G21F 5/008 (2006.01)

G21F 5/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2010** **E 10700571 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013** **EP 2389675**

54 Título: **Procedimiento y sistema para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible**

30 Prioridad:

23.01.2009 DE 102009003385

16.03.2009 DE 102009003621

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

12.04.2013

73 Titular/es:

NUCLEAR CARGO + SERVICE GMBH (100.0%)

Rodenbacher Chaussee 6

63457 Hanau, DE

72 Inventor/es:

HILBERT, FRANZ

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 400 794 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 y sistema para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible

La presente invención hace referencia a un procedimiento para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible ubicada dentro de un líquido en un tubo externo, cuyas aberturas frontales se cierran con segundos elementos de cierre, como pueden ser cubiertas o tapones, tras la inserción de al menos una barra de combustible. La presente invención se relaciona además con un sistema para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible ubicada en un líquido.

Las barras de combustible consisten en combustible nuclear, como por ejemplo uranio enriquecido u óxido mixto compuesto por uranio y plutonio, que se encierra en tubos huecos soldados de forma estanca, compuestos, por ejemplo, por una aleación de zirconio. Al irradiar las barras de combustible en el reactor se originan productos de desintegración radioactivos, así como actínidos, que se conservan encerrados en los tubos huecos soldados de forma estanca.

Mediante la propia irradiación en el reactor se influye negativamente en las propiedades de los tubos huecos. A grados de quemado bajos y medios, las propiedades de los materiales de los tubos huecos son aún suficientemente estables para ser incluidos de manera segura como inventario radioactivo en el ámbito de las condiciones de transporte y almacenamiento. Sobre las propiedades de los materiales de tubos huecos de barras de combustible con altos grados de quemado de más de 60 - 70 GWD/THM no existe ninguna investigación suficiente para comprobar su hermeticidad segura como inventario radioactivo para condiciones de transporte y almacenamiento. Como consecuencia de las pruebas de seguridad conservadores que se emplean en el ámbito nuclear se tratan, en consecuencia, a las barras de combustible muy quemadas como barras de combustible irradiadas deterioradas.

En el caso de las barras de combustible irradiadas deterioradas y muy quemadas ya no presentan la barrera protectora tipo "tubo hueco" conforme a su definición. Los productos de desintegración, particularmente los productos de desintegración gaseosos, y los actínidos se liberarían de la barra de combustible. En contenedores de transporte y almacenamiento durante el transporte y el almacenamiento de las barras de combustible, los productos de desintegración de los inventarios radiactivos de las barras de combustible alcanzarían, por consiguiente, la atmósfera del propio recipiente contenedor para transporte y almacenamiento, y se fijarían a las paredes estancas de estos recipientes. En el caso de recipientes de transporte, provistos generalmente de sellamientos de elastómeros, se originarían por tanto muy altas tasas de emisión y, bajo el criterio de tasas de emisiones admisibles por la normativa vigente, sólo se permiten tasas de emisión muy bajas en el recipiente. Estos inventarios de combustibles pueden ser tan pequeños, en función de su tiempo de decaimiento radiactivo, que no es posible transportarlos como una barra de combustible completa. En el caso de los contenedores de almacenamiento, los núcleos radioactivos ligados a los sellamientos podrían conducir a influencias negativas a largo plazo de los propios sellamientos. Actualmente se permiten, en consecuencia, como carga para recipientes contenedores que se utilicen para el almacenamiento de elementos combustibles, sólo barras de combustible intactas con limitados grados de quemado.

Tras la irradiación en el reactor se colocan las barras de combustible bajo agua para su refrigeración y apantallamiento de la emisión radioactiva. Generalmente en las centrales eléctricas nucleares no hay presente ningún dispositivo que posibilite un mecanizado en seco de las barras de combustible irradiadas. El proceso de inserción de las barras de combustible irradiadas en recipientes contenedores de transporte y/o almacenamiento tiene que realizarse, en consecuencia, obligatoriamente bajo el agua.

Es conocido introducir las barras de combustible irradiadas deterioradas, ubicadas en células calientes en estado seco, en recipientes contenedores de transporte y/o almacenamiento soldados.

También se ha propuesto introducir las barras de combustible irradiadas en agua en recipientes contenedores en asiento metálico atornillado para transporte y/o almacenamiento. Además una gran parte del agua se expulsa del recipiente mediante aire a presión alimentado desde la parte superior, para a continuación cerrar el recipiente mediante tapas roscadas existentes en ambas caras. De manera condicionada por el procedimiento, queda una cantidad indefinida de agua residual en el recipiente contenedor. Esto puede conducir por evaporación a convertirse en un elemento de presión en el recipiente, ya que las barras de combustible al transportarlas y/o almacenarlas pueden alcanzar una temperatura de hasta, por ejemplo, 370°C. Puede producirse además una corrosión indefinida en los tubos huecos o el propio combustible.

De la DE-A-28 54 358 puede definirse un contenedor de transporte para materiales radioactivos. Para almacenar en el propio recipiente los materiales radioactivos en atmósfera gaseosa seca, se enjuaga el recipiente con gas y después se sella.

Según la DE-U-89 06 938 se introducen elementos combustibles, que se encuentran en una piscina de combustible nuclear, en una campana de inmersión que se evacua tras el cierre.

Gracias a la US-A-5,633,904 se conoce un sistema de transferencia para barras de combustible, que comprende un contenedor de transporte dispuesto por encima de una piscina de combustible nuclear, en el que se extraen las barras de combustible de la piscina por medio de un sistema de transferencia.

Según la DE-A-32 26 986 un recipiente hermético, estanco al gas, se carga hasta una abertura de carga, con componentes radioactivos, después se dispone sobre la abertura de carga bajo el agua de una capota rellena con un gas, en cuya abertura situada por la cara inferior se agarra al recipiente por la abertura de carga y con la que se expulsa el banco de agua que rodea esta abertura de carga bajo la abertura de carga con la propia burbuja de gas de la capota; a continuación, bajo la capota, un dispositivo de evacuación, estanco al gas, se acopla a la abertura de carga del recipiente, mediante el que se seca por el vacío creado en el interior del recipiente, y tras este secado al vacío, se desacopla el dispositivo de evacuación de la abertura de carga y se sella esta abertura de carga, estanca al gas, bajo la capota rellena con la burbuja de gas, con una tapa.

Tanto en la US-A-2007/0104305 como también en la EP-A-1 600 982 se describen procedimientos y sistemas para el encapsulado estanco al gas de barras de combustible, aspirándose el agua directamente de las cápsulas.

La presente invención se basa en el objeto de proporcionar un procedimiento y un sistema del tipo citado inicialmente, que posibilite(n) que se puedan transportar y almacenar las barras de combustible muy quemadas y/o irradiadas deterioradas en una atmósfera seca definida y con estanqueidad verificada.

Conforme a la invención, el objeto se resuelve esencialmente con un procedimiento, que comprende los siguientes pasos procedimentales - no obligatoriamente en la secuencia dada - es decir:

- a) introducción de un tubo externo en un receptáculo tubular y posicionamiento en el receptáculo,
- b) cierre de una de las primeras caras frontales abiertas del receptáculo con un primer elemento de cierre,
- c) inserción de la, al menos una, barra de combustible en el tubo externo,
- d) cierre de la cara frontal abierta restante del receptáculo con otro primer elemento de cierre,
- e) extracción del líquido presente en el receptáculo con segundos elementos de cierre ajustados a las aberturas frontales del tubo externo y separados de ellas
- f) secado del interior del receptáculo,
- g) unión en unión material de los segundos elementos de cierre con las aberturas frontales del tubo externo,
- h) purga del receptáculo y
- i) extracción del tubo externo que rodea la, al menos una, barra de combustible del receptáculo,

ejecutándose al menos los pasos procedimentales c) a i) en un líquido o en el líquido, en que se localiza la barra de combustible.

Conforme a la invención, las barras de combustible muy quemadas y/o irradiadas deterioradas se introducen en un líquido, -como un recubrimiento de agua- que es suficiente para el apantallamiento de la radiación, que se haya en unos tubos externos, preferentemente en tubos de acero fino, que se secan antes del cierre y se sellan particularmente mediante soldadura en unión material con unos segundos elementos de cierre conformados como tapones o cubiertas, existiendo la posibilidad de que, tras el cierre, se lleve a cabo una prueba de estanqueidad.

Para lo mencionado se ha previsto particularmente que, tras el secado, particularmente secado al vacío, se purgue el interior del receptáculo con gas inerte como el helio, se efectúe en atmósfera de gas inerte la unión en unión material como soldadura y, tras la formación de la unión en unión material, se lave el interior particularmente con nitrógeno seco, de forma que, a continuación, se pueda realizar una prueba de estanqueidad del tubo externo como una prueba de estanqueidad mediante helio.

Por lo tanto, los elementos combustibles muy quemados y/o irradiados deteriorados se llevan, mediante su inserción en un tubo metálico, es decir, el tubo externo, denominado también como recipiente contenedor, a un estado apto para el transporte y/o almacenamiento.

Particularmente se prevé que, en cada caso, un segundo elemento de cierre se conecte de manera reversible con uno de los primeros elementos de cierre o un elemento fijador partiendo de ellos, antes de la inserción en el receptáculo y que la conexión durante la unión por unión material sea destruida por el efecto del calor de soldadura.

5 Otras posibilidades para alinear el segundo elemento de cierre con el recipiente contenedor y conectarlo con este, son igualmente posibles. Así, el segundo elemento de cierre, como tapones o cubiertas, pueden tener un perno que sobresalga o un elemento en forma de hongo que sobresalga, que se agarra mediante un elemento retenedor apropiado a modo de gancho. Este elemento retenedor puede soltarse, por ejemplo, mecánicamente desde el exterior mediante, por ejemplo, un cilindro hidráulico de agua, un disco regulador, un anillo regulador o elementos equivalentes o también por efecto del calor, para que, tras el posicionamiento del segundo elementos de cierre, se pueda soltar del elemento retenedor. Existe sin embargo también la posibilidad de conectar el segundo elemento de 10 cierre mediante un elemento que se destruya y/o funda con el calor, como un tornillo, con un primer elemento de cierre o un elemento fijador partiendo de éste. Este elemento de fijación, como un tornillo, puede ser de plástico, como la poliamida, o de un metal de bajo punto de fusión como el estaño o aleación de plata, que se destruya por efecto del calor, es decir, cuando se lleve a cabo la unión en unión material entre el segundo elemento de cierre y la 15 cubierta del recipiente contenedor.

El segundo elemento de cierre parte particularmente del elemento fijador ajustable en la dirección axial del receptáculo. Para esto puede preverse que el elemento fijador parta de un émbolo que atraviese al primer elemento de cierre, mediante un cilindro dispuesto en el exterior del receptáculo, como un cilindro hidráulico de agua, sellándose el émbolo desde el interior del receptáculo particularmente por medio de una cubierta en forma de fuelle.

20 La fijación del tubo externo dentro del receptáculo se ejecuta por medio de las barras de pistón que atraviesan el receptáculo, es decir su pared perimetral y son selladas desde el interior, que parten a su vez de cilindros dispuestos fuera del receptáculo.

Para extraer el líquido del interior y/o para ventilar y/o enjuagar el interior se prevé que el interior se conecte con conexiones partiendo de los primeros elementos de cierre.

25 Un perfeccionamiento de la invención prevé que se use como receptáculo un grupo compuesto por al menos tres elementos tubulares, que un elemento tubular interno se vea atravesado por el émbolo para posicionar y fijar el tubo externo y que los elementos tubulares externos formen los primeros elementos de cierre o sean sellados por estos.

Aunque particularmente se prevé que el receptáculo consista en al menos cinco elementos tubulares, que además de los elementos tubulares externos, que forman los primeros elementos de cierre o son sellados por estos, 30 comprenda elementos tubulares internos que sirvan como dispositivos retenedores, así como un elemento tubular de unión dispuesto entre estos, cuya longitud se proyecta de tal manera que la extensión longitudinal interna del receptáculo se ajuste a la longitud de la barra de combustible y/o del tubo externo receptor.

Particularmente se prevé que primero se introduzca, posicione y fije en la unidad compuesta por uno o preferentemente tres elementos tubulares el tubo externo, en donde se aloja la barra de combustible. A 35 continuación, se conecta un elemento tubular externo con el elemento tubular que sirve como dispositivo retenedor. El elemento tubular externo está sellado con un primer elemento de cierre, atravesado por un émbolo, que retiene reversiblemente un segundo elemento de cierre, preferentemente mediante un elemento fijador.

Al extremo libre de la unidad, consistente en el primer elemento de cierre y el y/o los elementos tubulares, que comprenden uno y/o dos dispositivos retenedores, se le sobrepone y se le conecta después el otro elemento tubular 40 externo.

Todos estos pasos procedimentales se verifican preferentemente fuera del líquido, en el que se localiza(n) la y/o las barras de combustible, que ha(n) de introducirse en el tubo externo.

El receptáculo anteriormente descrito se introduce después en el líquido, para cargarse con la al menos una barra de combustible, para finalmente sellar de manera estanca el receptáculo, o sea el segundo elemento tubular 45 externo, con otro primer elemento de cierre, atravesado igualmente por un émbolo, con el que se sujeta igualmente un segundo elemento de cierre. En el caso de los segundos elementos de cierre separados respecto de las aberturas frontales del tubo externo, se extrae después el líquido del receptáculo, se seca el interior y, a continuación, se purga con un gas inerte, como el helio, para llevar a cabo una unión en unión material entre los segundos elementos de cierre y el tubo externo, es decir su cubierta. Para ello se ajustan primero los émbolos en la 50 dirección del tubo externo, para que los segundos elementos de cierre como tapones y cubiertas se orienten en la forma correcta respecto al tubo externo. Después se lleva a cabo, a través de los dispositivos calefactores partiendo de los elementos tubulares externos un calentamiento que garantice la unión en unión material. De este modo se libera simultáneamente el segundo elemento de cierre del émbolo y/o del elemento fijador partiendo de éste.

Los elementos tubulares deberían tener frontalmente cascos, con los que se conecten los elementos tubulares entre ellos y por sus extremos con los elementos de la cubierta, como los primeros elementos de cierre.

Un sistema para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible ubicada en un líquido de un tubo externo, cuyas aberturas frontales son selladas por los segundos elementos de cierre, como cubiertas o tapones, en unión material, se caracteriza esencialmente porque el sistema comprende

- un receptáculo tubular con una pared perimetral y caras frontales abiertas,
- primeros elementos de cierre, que sellen el receptáculo durante una unión en unión material del tubo externo con los segundos elementos de cierre,
- un dispositivo posicionador teniendo elementos fijadores para posicionar y fijar el tubo externo en el interior del receptáculo,
- dos dispositivos calefactores dispuestos de forma separada entre ellos y a distancia de las aberturas frontales del tubo externo para la unión en unión material de los segundos elementos de cierre con el tubo externo y
- elementos retenedores en la zona de las caras frontales abiertas del receptáculo ajustables a lo largo de su eje longitudinal y que alojan reversiblemente a los segundos elementos de cierre,

partiendo, particularmente los elementos fijadores y/o los elementos retenedores en cada caso, de un émbolo de un cilindro y que las barras de pistón atraviesan la pared perimetral del receptáculo y/o los primeros elementos de cierre y se sellan desde el interior del receptáculo.

Además, las barras de pistón se sellan particularmente mediante cubiertas en forma de fuelle.

Las barras de pistón que sujetan los elementos fijadores pueden ajustarse radialmente.

El dispositivo calefactor debería ser particularmente un aparato de calentamiento por inducción.

Los primeros elementos de cierre se conforman preferentemente como tapas laminadas y se conectan con bridas que parten del receptáculo.

Además, los primeros elementos de cierre deberían tener en cada caso una conexión que conduzca al interior del receptáculo, para poder extraer el agua del interior y/o ventilarlo y/o enjuagarlo.

Se prevé particularmente que el receptáculo consista en al menos tres, preferentemente cinco elementos tubulares, conectándose los elementos tubulares externos mediante bridas con el elemento tubular interno y/o los elementos tubulares internos. Además, debería partir de al menos un elemento tubular interno, preferentemente de dos elementos tubulares internos, en cada caso, un dispositivo posicionador. Si hubiera dos elementos tubulares internos, que tengan en cada caso un dispositivo posicionador, debería disponerse entre los dos elementos tubulares internos otro elemento tubular como pieza de unión.

Los elementos tubulares externos presentan el dispositivo calefactor y están configurados particularmente iguales.

Por este motivo, el receptáculo consiste en al menos una unidad retenedora, denominado recipiente contenedor metálico, que posiciona y fija al tubo externo que aloja la, al menos una, barra de combustible y dos unidades externas de soldadura, conectándose las unidades mediante bridas y pudiendo sellarse por sus extremos con tapas de cierre.

Preferentemente se prevé que la y/o cada unidad retenedora se configure como un tubo con bridas por sus extremos y/o comprenda uno de estos, al que se añaden externa y radialmente cilindros hidráulicos de agua, cuyas barras de pistón se conducen a través de la pared del tubo y se sellan desde el interior con cubiertas en forma de fuelle. Particularmente deberían preverse de dos a tres cilindros hidráulicos de agua, para sujetar el tubo y/o el recipiente contenedor metálico en la medida necesaria. Por sus extremos se añaden a las barras de pistón piezas de conformado, adaptadas a la geometría externa de los tubos externos a cargar. Cuando se dirijan las barras de pistón radialmente hacia dentro, el recipiente contenedor a cargar estará fijo; al desplazar las barras de pistón radialmente hacia fuera podrá cargarse el recipiente contenedor en el receptáculo y/o descargarse de éste.

La unidad de soldadura debería consistir igualmente en un tubo con bridas por sus extremos, al que se añade en dirección perimetral un calefactor, un calefactor de inducción. Por el extremo libre, o sea por la cara frontal alejada

de la unidad retenedora, puede sellarse la unidad de soldadura con una tapa, en la que se acopla centralmente un cilindro hidráulico de agua. Con éste se lleva un émbolo a través de la tapa, que se sella desde el interior con una cubierta en forma de fuelle. Por el extremo libre del émbolo puede adosarse un dispositivo retenedor tipo plato, sobre el que se monta un disco fijador por ejemplo, atornillándolo. Sobre el disco fijador se fija antes de la carga, o sea de la inserción en el receptáculo, el segundo elemento de cierre que sella el recipiente contenedor metálico, particularmente por adhesión. En la tapa hay también una conexión para el drenaje, evacuación y secado del interior, para la purga con gas inerte así como para la prueba de estanqueidad del tubo externo tras su cierre, o sea tras la fabricación del recipiente contenedor de transporte y almacenamiento.

La unidad de soldadura puede estar también provista de dispositivos ópticos y/o de control de la temperatura para controlar la soldadura conforme a las especificaciones de los segundos elementos de cierre, o sea de los tapones y/o de las cubiertas de cierre.

Los elementos tubulares que conforman el receptáculo, o sea la unidad retenedora y/o las unidades retenedoras con, dado el caso, tubos de unión, así como las unidades de soldadura, está(n) unida(s) por bridas y se sellan preferentemente con sellamientos elastoméricos.

El tubo externo consiste en un tubo hueco, que puede estar provisto, por el lado del pie, de un inserto tamizado para retener contaminación y tiene, por el lado del pie y de la cabeza, el elemento de cierre, como los tapones y/o las cubiertas, con el que se sella el tubo hueco por soldadura. En el tubo hueco, o sea el tubo externo o el recipiente contenedor, se pueden introducir por el lado de la cabeza y/o por el lado del pie distanciadores para compensar las longitudes de las barras de combustible a cargar.

Otros detalles, ventajas y características de la invención se deducen no sólo de las reivindicaciones y las características inferidas de estas - independientemente y/o en combinación -, sino también de los ejemplos de ejecución preferidos a extraer de la siguiente descripción del diseño.

Muestran:

Fig. 1 una vista de perfil de un recipiente contenedor de transporte y/o almacenamiento,

Fig. 2 una sección a lo largo de la línea A-A de la Fig. 1 y

Fig. 3 un sistema para el receptáculo y para el cierre del recipiente contenedor de transporte y/o almacenamiento conforme a las Figs. 1 y 2.

Para poder almacenar y/o transportar las barras de combustible irradiadas deterioradas y muy quemadas, se necesita garantizar que sea imposible una salida de los inventarios de los combustibles, o sea de productos gaseosos de desintegración. En caso contrario, los núcleos radioactivos localizados en los espacios estancos del contenedor de transporte y almacenamiento que aloja las barras de combustible conllevarían influencias negativas a largo plazo.

En las barras de combustible muy quemadas o deterioradas, la barrera tipo "tubo hueco" ya no se encuentra intacta, de forma que esta barrera se evalúa como inexistente. Sin embargo, para poder almacenar y/o transportar las correspondientes barras de combustible, éstas se introducen acorde a lo revelado conforme a la invención en un tubo metálico externo 10 designado como recipiente contenedor de transporte o almacenamiento, que, tras la inserción de una o de varias barras de combustible, se sella de manera estanca al gas con tapones o cubiertas 12, 14 (segundos elementos de cierre). El recipiente contenedor 10 sin tapones o cubiertas 12, 14, o sea sin segundos elementos de cierre, es un tubo hueco 11. El cierre estanco al gas del tubo hueco 11 se lleva a cabo mediante soldadura. Para esto se introduce en el modo descrito a continuación, antes del cierre del tubo externo 10, una soldadura 16, 18 como pasta de soldadura y/o pieza moldeada soldada en la pared perimetral interna de las cubiertas 12, 14, tras la colocación de las cubiertas 12, 14 sobre las secciones finales del recipiente contenedor, es decir, del tubo externo 10, que, conforme a la vista en sección acorde a la Fig. 2, tienen un menor grosor de pared que el tubo hueco 11 entre los extremos, se lleva a cabo una unión en unión material, descrita a fondo en el contexto con la Fig. 3.

Además, el tubo hueco 11 puede tener, al menos, en una zona final, como también por el lado del fondo, un inserto tamizado 20, 22 por ejemplo, de metal sinterizado para la retención de contaminación. Finalmente, por sus extremos se pueden disponer distanciadores 24, 26 en el tubo externo 10 y/o el tubo hueco 11, para posibilitar una compensación en la longitud de la barra de combustible a insertar en el recipiente contenedor 10.

En la Fig. 3 se representa un sistema 28 en principio distribuido gráficamente en dos partes, comprendiendo la parte izquierda en la Fig. 3 la zona de la base 30 y la parte derecha la zona de cabeza 32.

El sistema 28 tiene en el ejemplo de ejecución como componentes principales cinco elementos tubulares 34, 36, 39, 36', 38, que forman un receptáculo 40. Los elementos tubulares internos 36, 36' sirven como unidades retenedoras, los elementos tubulares externos 34, 38 como unidades de soldadura y el elemento tubular 39 dispuesto entre las unidades retenedoras 36, 36' como pieza de unión.

- 5 Los elementos tubulares 34, 36, 39, 36', 38 están conectados por bridas 42, 44 y/o 46, 48 y/o 44', 42', previéndose entre estas sellamientos elastoméricos 50, 52 para la hermetización.

Los elementos tubulares externos 34, 38, que forman y/o comprenden unidades de soldadura, pueden configurarse especularmente idénticos, exactamente como los elementos tubulares 36, 36', que forman las unidades retenedoras.

- 10 Como las unidades retenedoras se configuran fundamentalmente idénticas, se utilizan para sus componentes los mismos símbolos de referencia.

- 15 Cada unidad retenedora, o sea cada elemento tubular 36, 36', muestra, en comparación con los elementos tubulares adyacentes 34, 39 y/o 39, 38, una sección 54 que aumenta en la sección transversal y/o diámetro, a la que se fijan o embridan externamente cilindros hidráulicos de agua 56, 58, cuyo émbolo 57, 59 se extiende a través de la pared del segmento aumentado 54 en el interior 60 del receptáculo 40. Los émbolos 57, 59 se sellan con cubiertas en forma de fuelle 62, 64 desde el interior 60 y presentan externamente piezas de conformado 66, 68, para posicionar y fijar un tubo externo 10 correspondiente a las Figs. 1 y 2 y/o su tubo hueco 11.

- 20 Los elementos tubulares externos 34, 38 que forman las piezas extremas del receptáculo 40 tienen en dirección perimetral un calefactor, como los calefactores de inducción 70, 72. Además, la distancia de los calefactores de inducción 70, 72 se ajusta a la longitud del tubo hueco 11 del recipiente contenedor metálico 10 posicionado en el receptáculo 40 (tubo externo 10), para poder aplicar en la zona de los extremos el calor necesario para la unión en unión material de las cubiertas 12, 14 con el tubo hueco 11.

Los elementos tubulares externos 34, 38 tienen en sus extremos cascos 74, 76, para sellarlos con los elementos de cubierta 78, 80 (primeros elementos de cierre). Entre la brida 74, 76 y el elemento de tapa 78, 80, o sea el primer elemento de cierre, puede preverse en cada caso un sellamiento elastomérico 82, 84.

- 25 Cada tapa, o sea cada elemento de tapa 78, 80, se conecta mediante una abertura con una conexión 86, 88.

- 30 Además, en cada elemento de tapa 78, 80 se dispone externamente un cilindro hidráulico de agua 90, 98 extendiéndose a lo largo del eje central del receptáculo 40, cuyo émbolo 91, 100 se sella desde el interior 60 mediante una cubierta en forma de fuelle 92, 102. El émbolo 91, 100 muestra por sus extremos un plato 94, 104, que se sella contra la cubierta en forma de fuelle 92, 102. En el plato 94, 104 se monta, en el ejemplo de ejecución, un disco fijador 96, 106. A éste se fija la cubierta 12, 14 por ejemplo, mediante adhesión. Anteriormente se habrá provisto a la cubierta 12, 14, en la medida indicada, por la cara interior, de un material de soldadura 16, 18.

Para cargar una barra de combustible particularmente deteriorada 108 en el recipiente contenedor de almacenamiento y/o transporte (tubo externo 10) y/o su tubo hueco 11 y, a continuación, sellar de modo estanco al gas el tubo hueco 11 con las cubiertas 12, 14, se realizan los siguientes pasos procedimentales.

- 35 Primero se posiciona y/o fija el tubo hueco 11 en las partes del tubo 36, 39, 36' con las unidades retenedoras, que comprenden al cilindro hidráulico de agua 56, 58 con el émbolo 57, 59 y las piezas de conformado 66, 68. Por último, alojan por zonas en arrastre de forma al tubo hueco 11. Después se conecta la parte inferior externa 34 a través de los cascos 42, 44 con la parte interna o media del tubo 36, que forma y/o comprende la unidad retenedora. La parte externa del tubo 34 se conecta por medio de la tapa 78 que forma un primer elemento de cierre mediante la brida 74. Además, el émbolo 91 del cilindro hidráulico de agua 90 se recupera en una medida, que, con la cubierta 16 conectada por el disco fijador 96 mediante adhesión, discorra separado de la abertura frontal 110 del tubo hueco 11.

A continuación se conecta el elemento tubular 38 del lado de la cabeza con la unidad retenedora, o sea con el elemento tubular 36' por medio de los cascos 42', 44', sin que se selle primero.

- 45 Los pasos procedimentales efectuados hasta ahora pueden verificarse fuera del líquido donde se localizan las barras de combustible a insertar. Después se dispone el sistema 28, sin que se selle mediante la tapa del lado de la cabeza 80, en el líquido, o sea, por ejemplo, en una piscina de combustible en una posición de retención deseada. El tubo hueco 11 se carga con la barra de combustible 108.

- 50 Claramente existe también la posibilidad de, con el dimensionado correspondiente, introducir en un tubo hueco 11 varias barras de combustible.

A continuación se sella la unidad superior de soldadura, o sea el elemento tubular 38, con la tapa 80. Además, el émbolo 100 se retrae igualmente, para que exista una abertura entre el tubo hueco 11 y la cubierta 14. Después se extrae, a través de al menos una de las conexiones 86, 88 el líquido del interior 60 y se seca a continuación, el interior 60 a través de las conexiones 86, 88. Preferentemente se efectúa un secado al vacío. A continuación, se purga el interior 60 con helio. Los émbolos 91, 100 se extraen, de forma que las cubiertas 12, 14 se posicionen reglamentariamente sobre el tubo hueco 11. Los calefactores de inducción 70, 72 se activan, de forma que se lleve a cabo la deseada unión en unión material entre las cubiertas 12, 14 y los extremos del tubo hueco 11. Al mismo tiempo se destruye la conexión entre las cubiertas 12, 14 y los discos fijadores 96, 106 debido al calor generado. Si se lleva a cabo la unión en unión material entre las cubiertas 12, 14 y el tubo hueco 11, se elimina el helio del interior 60, por ejemplo, mediante enjuague con preferentemente nitrógeno seco. Después puede realizarse un prueba de estanqueidad mediante helio en el recipiente contenedor de transporte y/o almacenamiento, o sea en el tubo externo 10, por medio del ajuste de un vacío en el interior 60. Si fuera necesario puede supervisarse, aparte de esto o alternativamente con dispositivos ópticos y/o de control de la temperatura una soldadura conforme a las especificaciones de las cubiertas 12, 14. A continuación, se purga el interior 60 y se retira el recipiente contenedor de almacenamiento, o sea el tubo externo 10, del receptáculo 40, se ajusta en una posición de almacenamiento o se introduce en un contenedor de transporte y/o de almacenamiento.

Tanto en la descripción general como también en la descripción del anterior ejemplo de ejecución, si se habla del cilindro hidráulico de agua, con el que se fija indirecta o directamente el recipiente contenedor en el receptáculo y/o se ajustan los segundos elementos de cierre y/o los elementos fijadores que los alojan, así podrán utilizarse igualmente otros elementos que ejerzan un mismo efecto. En este sentido ha de entenderse la indicación cilindro hidráulico de agua como sinónimo. Otros procedimientos mecánicos pueden abarcar, por ejemplo, los husillos roscados, discos de leva, cilindros de levas o resortes, para ejercer una misma función técnica. Sin embargo, también se deben considerar como equivalentes los procedimientos electromagnéticos, por ejemplo, mediante servomotores con husillos o mediante imanes y resortes y son abarcados, por consiguiente, por la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible (108) ubicada en un líquido de un tubo externo (10), cuyas aberturas frontales de segundos elementos de cierre como cubiertas o tapones (12, 14) se sellan tras la inserción de la, al menos una, barra de combustible, **caracterizado por los pasos procedimentales:**
 - a) introducción del tubo externo (10) en un receptáculo tubular y posicionamiento en el receptáculo (40),
 - b) cierre de una de las primeras caras frontales abiertas del receptáculo con un primer elemento de cierre (78),
 - c) inserción de la, al menos una, barra de combustible (108) en el tubo externo,
 - d) cierre de la cara frontal abierta restante del receptáculo con otro primer elemento de cierre (80),
 - 10 e) extracción del líquido presente en el receptáculo con segundos elementos de cierre alineados con las aberturas frontales del tubo externo y separados de ellas,
 - f) secado del interior (60) del receptáculo,
 - g) unión en unión material de los segundos elementos de cierre con las aberturas frontales del tubo externo,
 - h) Purga del receptáculo e
 - 15 i) extracción del tubo externo que rodea la, al menos una, barra de combustible, del receptáculo,realizándose al menos los pasos procedimentales c) a i) en un líquido o en el líquido, en el que se localiza la barra de combustible.
2. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, **caracterizado porque** un respectivo segundo elemento de cierre se une reversiblemente a uno de los primeros elementos de cierre (78, 80), o a un elemento de fijación partiendo de estos, antes de la inserción en el receptáculo, preferentemente por medio de un adhesivo al elemento de fijación ajustable en la dirección axial del receptáculo y **porque** la conexión se suelta durante la unión en unión material entre el segundo elemento de cierre y el tubo externo (10), particularmente destruida por el efecto del calor.
3. Procedimiento acorde a una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** el segundo elemento de cierre se fija mediante un elemento mecánico de retención, estando particularmente el segundo elemento de cierre indirecta o directamente conectado con un elemento conector como un tornillo con el primer elemento de cierre, siendo destruida esta unión por el efecto del calor.
4. Procedimiento acorde a una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** el tubo externo (10) se posiciona y se fija dentro del receptáculo mediante barras de pistón (57, 59), que atraviesan el receptáculo (40) y selladas desde su interior (60), perteneciendo a los cilindros (56, 58) dispuestos en el exterior del receptáculo.
- 30 5. Procedimiento acorde a una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** el segundo elemento de cierre se conecta en unión material con la zona de abertura frontal del tubo externo (10) mediante soldadura o mediante el calor irradiado por lengüetas de inducción, conectándose en unión material particularmente los segundos elementos de cierre con el tubo externo (10) en atmósfera de gas inerte.
- 35 6. Procedimiento acorde a una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** por medio de los primeros elementos de cierre (78, 80) se extrae líquido del receptáculo (40) y/o se ventila el receptáculo, con lo que preferentemente tras el secado del interior (60), particularmente mediante secado al vacío, el interior se purga con gas inerte como helio y tras la realización de las conexiones en unión material, supervisados preferentemente por medio de dispositivos ópticos y/o de control de la temperatura, el interior (60) se lava preferentemente con nitrógeno seco y, a continuación, se efectúa una prueba de estanqueidad del tubo externo (10) como una prueba de estanqueidad mediante helio.
- 40 7. Procedimiento acorde a una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** una unidad compuesta por al menos tres elementos tubulares (34, 36, 36', 38, 39), particularmente por cinco elementos tubulares se utiliza como el receptáculo (40), teniendo preferentemente los elementos tubulares frontales (34, 36, 36', 38, 39) cascos (40, 42, 46, 48, 42', 44', 74, 76), con los que se conectan los elementos tubulares entre ellos y, por sus extremos, con los primeros elementos de cierre (78, 80).
- 45

8. Procedimiento acorde a la reivindicación 1 o a la reivindicación 7, **caracterizado porque** se introduce, se posiciona y se inmoviliza el tubo externo (10) dentro de una unidad que consiste en uno o tres elementos tubulares (36, 36', 39), **porque** un elemento tubular sellado desde el exterior y un elemento tubular no-sellado desde el exterior (34, 38) se conectan por fuera del líquido con la unidad compuesta por uno o tres elementos tubulares y **porque** en el líquido se carga el tubo externo con la, al menos una, barra de combustible (108) y después se cierra el elemento tubular externo no-sellado.
9. Procedimiento acorde a una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** los primeros elementos de cierre (78, 80) son atravesados por pistones (91, 100) sellados desde el interior (60) de los cilindros (90, 98) dispuestos por fuera de los primeros elementos de cierre, de los que parten los elementos retenedores que alojan a los segundos elementos de cierre.
10. Sistema (28) para el cierre estanco al gas de al menos una barra de combustible ubicada en un líquido (108) de un tubo externo (10, 11), cuyas aberturas frontales (110) están selladas por segundos elementos de cierre (12, 14) como cubiertas o tapones, **caracterizada porque** el sistema (28) comprende
- un receptáculo tubular (40) con una pared perimetral y caras frontales abiertas,
 - primeros elementos de cierre (78, 80), que sellan el receptáculo durante una unión en unión material del tubo externo (10, 11) con los segundos elementos de cierre (12, 14),
 - un dispositivo posicionador (56, 58, 57, 59) teniendo elementos fijadores (66, 68) para el posicionamiento y fijación del tubo externo en el interior (69) del receptáculo,
 - dos dispositivos calefactores (70, 72) dispuestos unos separados de otros a una distancia de las aberturas frontales del tubo externo para la unión en unión material de los segundos elementos de cierre con el tubo externo y
 - elementos retenedores (96, 106) ajustables a lo largo de su eje longitudinal en la zona de las caras frontales abiertas del receptáculo y que alojan reversiblemente los segundos elementos de cierre.
11. Sistema acorde a la reivindicación 10, **caracterizada porque** los elementos fijadores y/o los elementos retenedores parten en cada caso de una barra de pistón (91, 57, 59) de un cilindro (56, 58, 90) y las barras de pistón preferentemente hermetizadas mediante cubiertas en forma de fuelle (62, 64, 92, 102) atraviesan la pared perimetral del receptáculo y/o los primeros elementos de cierre y se sellan desde el interior.
12. Sistema acorde a la reivindicación 10 ó 11, **caracterizada porque** los elementos fijadores y/o los elementos retenedores pueden ajustarse por medios electromagnéticos como servomotor con husillo y/o por medio de al menos un imán y/o un resorte, o **porque** los elementos fijadores y/o elementos retenedores pueden accionarse por medio de un elemento del grupo formado por husillos roscados, discos de leva, cilindros de levas, resortes.
13. Sistema según al menos una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizada porque** los primeros elementos de cierre (78, 80) son cubiertas en forma de lámina, conectadas con bridas (74, 76) que parten del receptáculo (40), teniendo particularmente los primeros elementos de cierre (78, 80) una conexión (86, 88) que conduce al interior (60) del receptáculo (40).
14. Sistema según al menos una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizada porque** el receptáculo (40) consiste en al menos tres, preferentemente cinco, elementos tubulares (34, 36, 39, 36', 38), conectándose los elementos tubulares externos con el elemento tubular interno y/o con los elementos tubulares internos mediante bridas (42, 44, 46, 48).
15. Sistema acorde a la reivindicación 14, **caracterizada porque** el receptáculo (40) tiene al menos dos elementos tubulares internos (36, 36'), provistos en cada caso de un dispositivo posicionador (56, 57, 58, 59), disponiéndose preferentemente entre los elementos tubulares internos (36, 36') conteniendo en cada caso el dispositivo posicionador (56, 57, 58, 59) otro elemento tubular (39), unido a los primeros preferentemente mediante bridas.

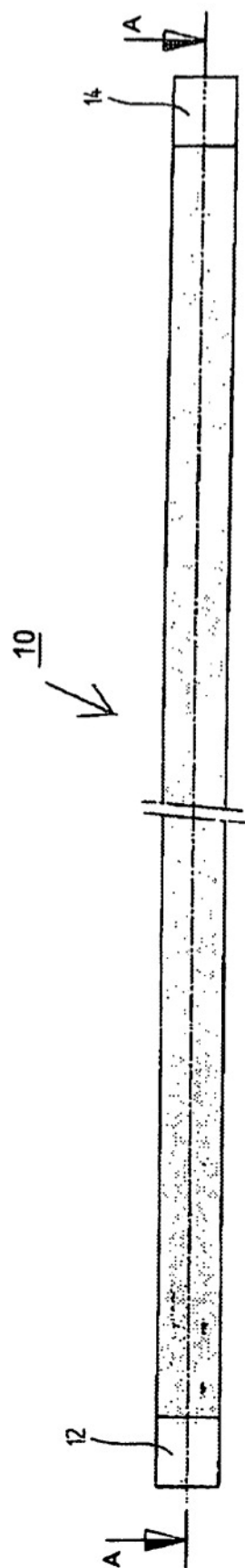


Fig. 1

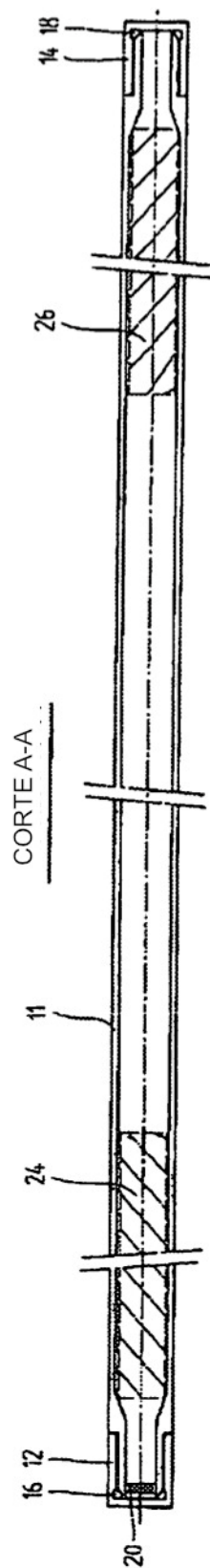


Fig. 2

