

10 FEB. 1978

ES 11  
21  
22

NUMERO	453.423
FECHA DE PRESENTACION	17-11-76

AI



**CONCEDIDA**

**PATENTE DE INVENCION**

50 PRIORIDADES:	52 FECHA	53 PAIS
51 NUMERO		
632,478	17-11-75	ESTADOS UNIDOS

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G21C	

54 TITULO DE LA INVENCION

UN METODO PARA LA PRODUCCION DE UN COMPONENTE ESTRUCTURAL DE REACTOR DE AGUA HIRVIENTE CON UNA ALEACION A BASE DE CIRCONIO.

71 SOLICITANTE (S)

GENERAL ELECTRIC COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

1 River Road, Schenectady New York 12305 Estados Unidos.

72 INVENTOR (ES)

Andrew Willart Urquhart. Estadounidense.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

El presente invento se refiere de manera general a materiales de construcción de reactores nucleares y se refiere mas particularmente a un nuevo método para mejorar la capacidad de las aleaciones a base de circonio para resistir al ataque corrosivo en condiciones de funcionamiento del reactor de agua hirviente y con unos componentes estructurales originales que se obtienen gracias a la utilización de este método.

El presente invento se refiere a lo que se describe y reivindica en la solicitud de patente española copendiente número de serie 445.500, a nombre de Cedric D. Williams, Andrew W. Urquhart, James L. Walker, Richard A. Proebstle y Timonthy J. Black, que está relacionada con el concepto de tratamiento térmico de un cuerpo de aleación a base de circonio para producir una redistribución de la fase de partículas intermetálicas lo queda lugar a un incremento sustancial de la resistencia a la corrosión pustular en las condiciones de funcionamiento de los reactores de agua hirviente.

El invento se refiere igualmente a lo que se describe y reivindica en la solicitud de patente española copendiente número de serie 455.501 a nombre de Allan J. Kiesler, Alan C. Rockwood y Peter G. Frischmann, que pone en práctica el método de la solicitud de patente número de serie 445500 en un proceso de tratamiento térmico en zonas y que se refiere a un aparato basado en el concepto de atravesar la longitud de una pieza trabajada con una zona de longitud fija en la cual se mantiene la temperatura máxima mediante regulación de la potencia de entrada, de manera automática, en respuesta a las fluctuaciones de la radiación infrarroja procedente de una parte de la pieza trabajada sepa

rada axialmente con relación a la zona caliente.

Unos requisitos importantes impuestos a los materiales que se utilizan en la construcción de reactores nucleares de agua hirviente incluye una reducida absorción de neutrones térmicos, una elevada resistencia a la corrosión así como a la fatiga producida por la corrosión, y una elevada resistencia mecánica. Se utilizan ampliamente para estas aplicaciones aleaciones a base de circonio que satisfacen estos requisitos en grado suficiente, tales como el "Zircaloy-2" (que contiene aproximadamente 1,5% de estaño, 0,15% de hierro, 0,1% de cromo, 0,05% de níquel y 0,1% de oxígeno) y el "Zircaloy-4" (que contiene sustancialmente ninguna cantidad de níquel y aproximadamente 0,2% de hierro, siendo por otra parte similar al Zircaloy-2) y estas dos aleaciones comerciales importantes son las que se utilizan corrientemente. Sin embargo, estas aleaciones no son todo lo satisfactorias que podría desearse, particularmente con relación a la corrosión pustular acelerada que se produce en las condiciones de funcionamiento normales de los reactores de agua hirviente y que produce el desconchado de óxidos de espesor importante en los canales y la formación de gruesas capas de óxido en las barras de combustible. El desconchado del óxido conduce en ciertos casos al desarrollo de elevados campos de radiación en emplazamientos donde las escamas se acumulan; además, la pérdida suplementaria de espesor del metal debida al proceso de oxidación acelerada exige prever un mayor espesor en el diseño del equipo para compensar esta corrosión.

Los esfuerzos realizados hasta la fecha para encontrar una solución a este problema particular, de acuerdo

do con las informaciones de las que disponemos, no han sido satisfactorios, aunque el tema general de la corrosión de estas aleaciones ha sido desde hace mucho tiempo objeto de interés activo por parte de los expertos en la materia.

5 Por ejemplo, en la patente de los Estados Unidos número 3.005.706, se ha propuesto añadir de 0,03 a 1,0% de berilio a las aleaciones de zirconio destinadas a ser utilizadas en calderas convencionales, reactores de agua hirviente y aparatos similares para mejorar la resistencia a la corrosión

10 en presencia de agua a alta temperatura. De la misma manera, en las patentes de los Estados Unidos número 3.261.682 y 3.150.972 se han propuesto utilizar cerio y/o itrio y calcio, respectivamente, para añadirles a las aleaciones de circonio en proporciones idénticas con la misma finalidad. Sin embargo,

15 go, escasean los resultados e informes relacionados con resultados a largo plazo de estos cambios de composición, y las aleaciones comerciales de circonio no incluyen estos elementos constitutivos suplementarios.

El invento que se refiere al descubrimiento y

20 al nuevo concepto que se describe más adelante aporta una respuesta al problema de la corrosión pustular acelerada bajo la forma de un tratamiento térmico del cual se espera que duplique aproximadamente la vida limitada por la corrosión de los componentes estructurales de los reactores de

25 agua hirviente contruídos con aleaciones a base de circonio. Además, este resultado puede obtenerse de manera uniforme y a un coste suplementario relativamente reducido, gracias en particular a la utilización del nuevo procedimiento de tratamiento térmico en zonas y gracias al aparato

30 descrito y reivindicado en la solicitud de patente copendi-

te mencionada más arriba número de serie 445.501.

Las sorprendentes propiedades de resistencia a la corrosión mencionadas más arriba han sido descubiertas gracias a la utilización de una prueba acelerada que permite obtener una buena correlación con los datos de rendimiento en el interior del reactor. A este efecto, se sometieron especímenes de prueba a vapor a alta temperatura (aproximadamente 500°C), alta presión (aproximadamente 105 kg/cm<sup>2</sup> - 1.500 libras/pulg.<sup>2</sup>) en experimentos efectuados en autoclave, durante períodos de 22-24 horas, y a continuación se examinaron visualmente y se midieron estos especímenes de prueba para determinar su incremento de peso.

Se descubrió que existe una fuerte correlación entre una característica microestructural particular y la resistencia a la corrosión en el ambiente de los reactores de agua hirviente. En particular, se ha comprobado que puede obtenerse de manera constante una resistencia a la corrosión igual por lo menos a la que se obtiene mediante la utilización del método descrito y reivindicado en la solicitud de patente mencionada más arriba número de serie 445.500, utilizando aleaciones a base de circonio, por medio de un proceso que incluye un tratamiento de solución a alta temperatura y un enfriamiento rápido seguido por una fase de envejecimiento térmico que da lugar a la precipitación de una segunda fase bajo la forma de partículas cuyo tamaño se extiende entre 100 y 400 Anstroms. Estas partículas de material intermetálico [Zr(Cr,Fe)<sub>2</sub> en el Zircaloy-4, y tanto de Zr(Cr,Fe)<sub>2</sub> y Zr<sub>2</sub> (Ni, Fe) en el Zircaloy-2], se separan en dos conjuntos bidimensionales a lo largo de juntas entre granos y entre subgranos en lugar de presentarse en

el estado corriente de distribución generalmente uniforme y en lugar de estar aisladas y separadas las unas de las otras.

La idea según el invento consiste en utilizar este descubrimiento para alargar mucho la duración de servicio de un cuerpo de aleación a base de circonio preparándolo en una forma intermedia o sustancialmente acabada bajo la forma de un canal de reactor del tipo de agua hirviente, o bajo la forma de un tubo para envainado de combustible nuclear, o bajo la forma de un separador de barras de combustible destinado a ser utilizado en un canal de reactor y calentándolo para transformar de manera sustancialmente completa la fase alfa (estructura hexagonal compacta) en fase beta (estructura cúbica), enfriándolo para producir una estructura tipo Widmanstattan muy fina o martensítica sin partículas intermetálicas tales como hierro, cromo y níquel mantenidas en solución, y finalmente recocerlo a una temperatura relativamente baja para producir la precipitación de las partículas intermetálicas a lo largo de las juntas intergranulares y de las juntas entre subgranos.

En principio, es posible efectuar el tratamiento inicial de recocido de solución a una temperatura a la cual esta fase alfa se transforma solamente de manera parcial en fase beta (es decir un tratamiento en el campo de fase alfa + fase beta), ya que estos tratamientos producen la disolución de los precipitados intermetálicos. Sin embargo, de acuerdo con nuestra experiencia, los procesos de enfriamiento rápido (como por ejemplo enfriamiento con agua) no son suficientemente rápidos para mantener en solución el hierro, el cromo y el níquel después de estas operaciones

de recocido a temperatura mas baja. En estos casos, los precipitados tienden a formarse durante el enfriamiento (como en la solicitud de patente española copendiente número de serie 445.500 en lugar de producirse durante la siguiente operación de envejecimiento térmico).

El cuerpo de aleación a base de circonio tratado de esta manera, además de presentar una resistencia a la corrosión notablemente aumentada tiene características mecánicas adecuadas que son atribuibles a la microestructura final que resulta de la operación de enfriamiento efectuada después de la operación de envejecimiento térmico.

Para llevar a la práctica el invento, es importante evitar operaciones de tratamiento después de las fases descritas mas arriba de calentamiento y enfriamiento, tales como por ejemplo operaciones de laminado en caliente y en frío así como de recocido que podrían producir la eliminación de los dos conjuntos dimensionales de partículas de precipitado en el cuerpo de aleación. Una rehomogeneización de estas partículas podría conducir de cualquier manera a la pérdida de la característica deseada de resistencia a la corrosión.

Este nuevo concepto según el invento difiere igualmente de manera importante de la noción de la técnica anterior que consiste en someter los canales y tubos de circonio destinados a ser empleados en reactores de agua hirviente a un tratamiento térmico en la gama de temperatura beta en una fase inicial de su fabricación con el objeto de eliminar cualquier fase dendrítica u otra fase de separación indeseable. Aunque se haya efectuado un enfriamiento brusco después de este tratamiento térmico, todos los efectos bene

ficiosos en el sentido del presente invento se han hechado a perder rápidamente durante las siguientes operaciones de trabajo en caliente y en frío y de recocido que formaban ne  
cesariamente parte del programa de fabricación y diferentes  
5 de las fases de conformación, enderezamiento, limpieza con chorro de arena, ataque químico y recocido para aliviar las tensiones internas que constituyen las operaciones de acabado (distintas de las operaciones de fabricación) que no eliminan ni reducen los efectos beneficos mencionados más arri  
10 ba.

En su aspecto relacionado con el método el invento incluye las fases que consisten en calentar un cuerpo de aleación de circonio a una temperatura situada en la región de la fase beta y en mantener ese cuerpo a esta temperatura hasta que la fase alfa se transforme de manera comple  
15 tamente sustancial en fase beta, enfriar a continuación el cuerpo a una temperatura inferior a 400°C sin precipitar la fase intermética disuelta durante la fase de calentamiento, recalentar de nuevo el cuerpo a una temperatura interme  
20 dia para producir la precipitación de la fase intermética en forma de partículas de un diámetro incluido entre 100 y 400 Angstroms a lo largo de las juntas intergranulares y subgranulares. Preferentemente, el tratamiento térmico de la solución se efectúa a una temperatura incluida entre 1000°C  
25 y 1100°C aproximadamente, durante 3 segundos a 1 minuto, siendo estas temperaturas algo superiores a las temperaturas de transformación de fase alfa  $\rightarrow$  beta en fase beta de las aleaciones descritas mas arriba. En la práctica, no es conveniente utilizar temperaturas superiores a 1100°C debido al  
30 crecimiento perjudicial de los granos y a la contaminación

excesiva que pueden producirse. Similarmente, no se obtiene ningún beneficio y existe un cierto riesgo cuando se prolonga el tratamiento térmico de la solución más allá de un minuto por los mismos motivos.

5                   La fase de enfriamiento brusco se efectúa para que la temperatura del cuerpo de solución tratado térmicamente pase de la gama de temperatura de transformación beta hasta la temperatura ambiente aproximadamente, prefiriéndose en este caso utilizar agua aunque otros medios tales como el aceite están incluidos en el alcance del invento. La utilización de agua y del aparato descrito y reivindicado en la solicitud de patente mencionada mas arriba número de serie 445.501 permite obtener velocidades de enfriamiento superiores a 800°C por segundo lo que impide la precipitación de cualquier cantidad notable de fase intermetálica.

10

15

El tratamiento térmico de envejecimiento o de precipitación se efectúa calentando de nuevo el cuerpo enfriado hasta 400-600°C durante 2 a 4 horas enfriándolo a continuación según las necesidades hasta la temperatura ambiente aproximadamente. La duración del tratamiento térmico será mas importante a la temperatura más baja para el mismo resultado deseado y no se obtiene ninguna ventaja sustancial prolongando esta operación mas allá del tiempo en el cual se produce una precipitación sustancialmente completa de la fase intermetálica.

20

25

Aunque puedan utilizarse temperaturas que alcanzan la temperatura de transformación en fase alfa (aproximadamente 825°C), existe una tendencia marcada en que la disgregación deseada de la microestructura se efectúe a tempera

30

turas superiores a 600°C sin producir una reducción correspondiente de la resistencia a la corrosión en el cuerpo de aleación obtenido finalmente. Por otra parte, a temperaturas inferiores a 400°C aproximadamente, el material intermetálico no se precipita o lo hace a una velocidad demasiado lenta para aplicaciones prácticas.

En el aspecto del invento relacionado con el producto o el artículo, el componente estructural según el invento es una aleación a base de circonio y presenta una utilidad especial en un reactor de agua hirviente en razón de su resistencia a la corrosión pustular acelerada. Como se ha dicho mas arriba, la aleación contiene estaño, hierro y cromo y puede ademas contener níquel e incluye un compuesto intermetálico de circonio-hierro-cromo,  $Zr(Cr,Fe)_2$ , pudiendo tambien contener  $Zr_2(Ni, Fe)$  bajo la forma de precipitado en partículas. La microestructura del artículo se caracteriza por la segregación de partículas de precipitado de un diámetro incluido entre 100 y 400 Angstroms en dos conjuntos dimensionales a lo largo de las juntas intergranulares y subgranulares distribuidas en todo el elemento.

Las características nuevas del invento se ilustran en los dibujos adjuntos los cuales forman parte de esta memoria y en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección parcialmente abierta de un conjunto de combustible para reactor nuclear que incorpora unos elementos estructurales según el invento en su forma de realización preferida;

La figura 2 es una fotomicrografía obtenida por exploración electrónica (2000X) de una aleación a base de circonio convencional, que representa la distribución de la

fase intermetálica constituida por partículas;

La figura 3 es una fotomicrografía obtenida por transmisión electronica (20.000X) de la aleación de la figura 2 despues de realizar el tratamiento térmico de acuerdo con el invento.

Una aplicación principal del invento consiste en la fabricación de conjuntos de combustible nuclear tales como el que se ilustra en la vista en sección parcialmente abierta de la figura 1: Como puede verse, el conjunto 10, es un modelo típico de los conjuntos de combustible de reactor de agua hirviente y consiste en un canal de circulación tubular 11 de sección transversal generalmente cuadrada provisto en su extremidad superior de un gancho de elevación 12 y en su extremidad inferior de una pieza de extremidad (no representada porque se ha omitido la porción inferior del conjunto 10). La extremidad superior del canal 11 está abierta en 13, y la extremidad inferior de la extremidad está provista de orificios de circulación de refrigerante. Un conjunto de elementos o barras de combustible 14 está contenido en el canal 11 y está soportado en este por medio de una placa de extremidad superior 15 y de una placa de extremidad inferior (no representada debido al hecho de que se ha omitido la porción inferior), y las barras 14 están mantenidas separadas las unas de las otras por unas rejas separadoras (no representadas) a través de las cuales pasan las barras, y que están situadas a intervalos en el sentido longitudinal del conjunto, estando sujetas en las barras 11. Normalmente el refrigerante líquido penetra por los orificios formados en la extremidad inferior de la pieza de extremidad, sube alrededor de los elementos de combustible 14 y sale por el

orificio de salida superior 13 en estado parcialmente vaporizado en el caso de los reactores de agua hirviente o en estado no vaporizado en el caso de reactores a presión que funcionan a temperatura elevada.

5            Los elementos o barras de combustible nuclear  
14 están herméticamente cerrados en sus extremos por medio de obturadores de extremidad 18 soldados en la vaina 17, los cuales pueden incluir unos vástagos 19 destinados a facilitar el montaje de las barras de combustible en el conjunto. Un espacio vacío o cámara de pleno 20 está formado en una extremidad del elemento para permitir la dilatación longitudinal del material combustible y la acumulación de los gases liberados por este último. Un dispositivo de retención de material de combustible nuclear 24 que tiene la  
10            forma de un elemento helicoidal está situado en el interior del espacio 20 para impedir el movimiento axial de la columna de pastillas, en particular durante las operaciones de  
15            manipulación y transporte del elemento combustible.

          El elemento combustible está previsto para establecer un contacto térmico excelente entre la vaina y el material combustible, para producir una absorción mínima de neutrones parásitos, y para facilitar una buena resistencia a la deformación y a las vibraciones producidas ocasionalmente por la circulación del refrigerante a gran velocidad.

25            El canal 11, el elemento de combustible o la vaina 14 y las rejas separadoras (no representadas) se realizan, de acuerdo con el invento, utilizando un método que incluye además de las operaciones usuales de formación del canal y del tubo un tratamiento térmico final en el cual se  
30            transforma la fase alfa de manera sustancialmente completa

en fase beta y se enfría bruscamente el cuerpo, calentándolo de nuevo a continuación a una temperatura relativamente reducida para producir la precipitación de partículas extremadamente finas de la fase intermetálica disuelta a lo largo de las juntas intergranulares y subgranulares. La velocidad a la cual se calienta la pieza trabajada hasta la gama de temperatura de transformación de fase beta, así como el nivel de temperatura que se alcanza en esta gama, pueden elegirse a voluntad, pero tanto el tiempo mínimo en esta gama como la velocidad de enfriamiento mínima a partir del valor de umbral de la gama (965°C - 990°C) son extremadamente críticos. Por tanto, las ventajas y los resultados nuevos del invento no pueden obtenerse de manera uniforme salvo si las partículas de la fase precipitada presentan el estado de pulverización extremadamente fina que se ha descrito mas arriba; además se ha comprobado que ese estado no puede obtenerse en el grado necesario para aumentar en un factor de 2 o más aproximadamente, la duración de vida limitada por la corrosión de los canales y de las vainas si el tiempo de permanencia a la temperatura superior a la temperatura de transformación de fase alfa en fase beta no es por lo menos de 3 segundos y si la velocidad de enfriamiento a una temperatura inferior a 400°C aproximadamente no es suficientemente rápida para evitar la precipitación de la fase intermetálica. La velocidad mínima necesaria a este efecto no está establecida con precisión pero sin embargo parece adecuada una velocidad de 800°C por segundo.

Las atmósferas en las cuales se realizan los tratamientos térmicos de solución y precipitación no son críticas. Por ejemplo, el aire es adecuado en ambos trata-

mientos y, de hecho, representa el procedimiento más práctico para el invento realizado a escala comercial siempre y cuando se elimine en un tratamiento final el óxido que se forma durante el tratamiento térmico.

5 El método y los productos nuevos de acuerdo con el invento se describen más detalladamente en los ejemplos siguientes que se dan a título ilustrativo aunque sin carácter limitativo, de la mejor manera de llevar a la práctica el invento.

10

#### EJEMPLO I

Una tira de prueba hecha de Zircaloy-4 ASTM B352, calidad RA2 de 2 mm de espesor se calentó en atmósfera de argón a 1000°C durante cinco minutos y a continuación se enfrió bruscamente en agua a 20°C. A continuación se cortó la tira en dos partes de las cuales una se recalentó hasta 500°C durante 24 horas. Se enfrió de nuevo con aire hasta 20°C y se sometieron las dos piezas a un examen microscópico por transmisión de electrones. La figura 3 representa las finas partículas que se desarrollan durante el procedimiento de envejecimiento, sin que estén presentes partículas de este tipo después del enfriamiento brusco y antes de la fase de envejecimiento. Se obtuvieron resultados similares utilizando tratamientos de envejecimiento más cortos, con una duración de aproximadamente cuatro horas.

25

Una muestra del material en forma de tira que había sido envejecido de la manera descrita más arriba se sometió a continuación a la acción de vapor a 500°C, 105 kg/cm<sup>2</sup> (1500 libras/pulg.<sup>2</sup>) durante 24 horas, conjuntamente con una muestra de la misma aleación que no había sido sometida

30

tida al tratamiento térmico. Un examen visual de los dos especímenes al ser retirados del autoclave de prueba al final de esta prueba de corrosión acelerada reveló que se había obtenido una sustancial resistencia a la corrosión mediante la utilización del proceso de tratamiento térmico según el invento, habiéndose formado solamente una pequeña cantidad uniforme de óxidos en el metal tratado mientras que el metal no tratado había sido atacado fuertemente de la manera característica de los cuerpos de aleación de circonio sometidos durante períodos prolongados a las condiciones que reinan en los reactores nucleares de agua hirviente.

#### EJEMPLO II

Un canal de reactor de agua hirviente hecho de Zircaloy-4 (ASTM B352 calidad RA2) de 2,7 mm de espesor se trató térmicamente haciéndolo pasar a través de un aparato de calentamiento por inducción similar al que se describe en la solicitud de patente mencionada mas arriba número de serie 445.501. Este elemento permaneció aproximadamente 3 segundos a la temperatura deseada incluida entre 1000 y 1100°C. A continuación se enfrió bruscamente el canal pulverizando agua en su superficie externa a una altura inferior a la altura de las bobinas de calentamiento. Un examen ulterior mediante microscopio de transmisión electrónica indicó que no se había producido precipitación de partículas intermetálicas cerca de las superficies externas y que este material había respondido a los tratamientos de envejecimiento de manera similar a la que se describe en el ejemplo I que se ilustra en la figura 3. Aunque un cierto grado de precipitación se haya producido cerca de la superficie interna (no enfriada) del canal, se piensa que este defecto podría

ser eliminado mejorando todavía mas la operación de pulverización externa de enfriamiento, o mediante el enfriamiento directo por pulverización sobre las superficies internas.

5 En toda esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, las relaciones o proporciones mencionadas se refieren a pesos a no ser que se indique lo contrario.

10 Los peritos en la materia entenderán, basándose en la descripción que antecede de este invento que ha sido efectuada en términos generales y en términos específicos que es aplicable a los materiales en forma de tira constituidos por aleaciones a base de circonio, así como a los canales y otros componentes estructurales fabricados partiendo de estas tiras. El factor importante es que el trabajo en caliente o en frío y las operaciones de recocido que tienden a rehomogeneizar la segregación microestructural producida por el procedimiento según el invento deben evitarse en las operaciones de fabricación subsiguientes. Sin embargo, pueden fabricarse canales o separadores partiendo de tiras tratadas de acuerdo con el invento sin que sea necesario efectuar estas operaciones de laminado en caliente o en frío y de recocido y sin producir esta rehomogeneización.

25 En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes

---

25

30

REIVINDICACIONES

1

5

10

15

20

25

30

1.- Un método para la producción de un componente estructural de reactor de agua hirviente con una aleación a base de circonio que incluye una operación en caliente y frío y etapas de recocido que comprenden un programa de fabricación, combinar las etapas siguientes a la terminación del programa de fabricación de calentamiento del componente estructural y transformar así de manera sustancialmente completa la fase alfa en fase beta y en disolver sustancialmente todas las partículas intermetálicas, a continuación enfriar el componente estructural rápidamente aproximadamente hasta la temperatura ambiente, posteriormente precipitar la fase intermetálica disuelta durante la fase de calentamiento, y a continuación calentar el componente estructural hasta una temperatura intermedia produciendo así la precipitación de la fase intermetálica bajo la forma de partículas de un diámetro incluido entre 100 y 400 Angstroms aproximadamente a lo largo de las juntas intergranulares y subgranulares, a través del componente estructural.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el componente estructural se mantiene a una temperatura superior a la temperatura de transformación de la fase alfa + beta en fase beta, por lo menos durante 3 segundos.

3.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el componente estructural se calienta a una temperatura de 1000 a 1100°C durante 3 segundos a 1 minuto, y a continuación, después de enfriarse bruscamente a la temperatura ambiente, se calienta a 400-600°C durante dos a cuatro horas.

1

4.- Método según la reivindicación 3, caracteri-  
zado porque la fase de enfriamiento brusco se efectúa con  
agua y el componente estructural se enfría a la temperatu-  
ra ambiente aproximadamente a partir de 1000-1100°C a una  
velocidad superior a 800°C por segundo.

5

5.- Método según la reivindicación 1, caracteri-  
zado porque el componente estructural se calienta hasta  
aproximadamente 1000-1100°C durante aproximadamente 3 se-  
gundos, se enfría bruscamente con agua a la temperatura  
ambiente aproximadamente, y se calienta de nuevo hasta apro-  
ximadamente 500°C durante 5 horas, y finalmente se enfría  
con agua hasta la temperatura ambiente.

10

15

6.- Se reivindica por último como objeto sobre  
el que ha de recaer la Patente de Invención que se soli-  
cita por: UN METODO PARA LA PRODUCCION DE UN COMPONENTE  
ESTRUCTURAL DE REACTOR DE AGUA HIRVIENTE CON UNA ALEACION  
A BASE DE CIRCONIO.

20

Todo conforme queda descrito y reivindicado en  
la presente memoria descriptiva, que consta de dieciocho  
páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

25

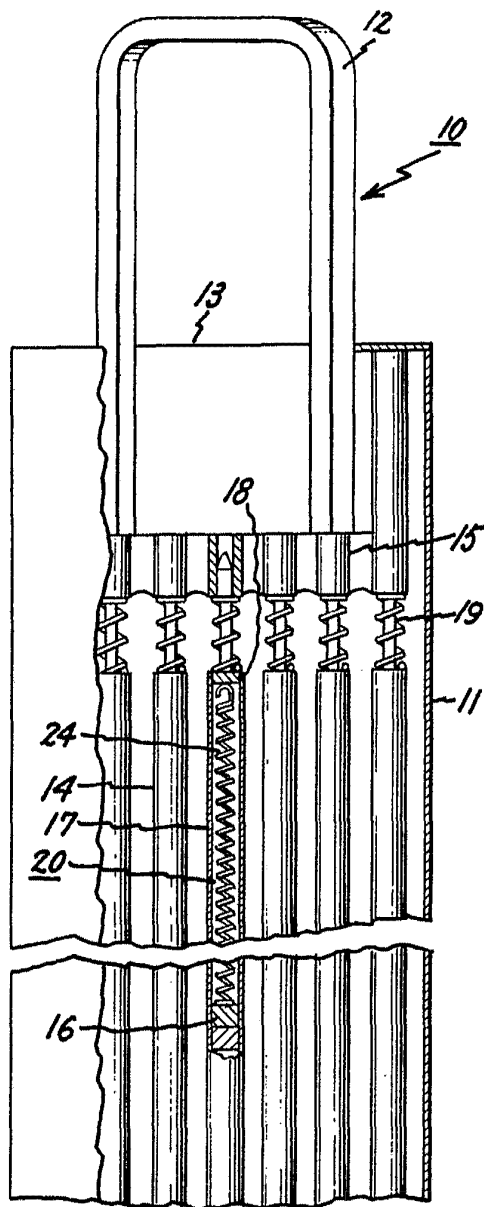
Madrid, 17 Noviembre 1.976

BERNARDO UNGRIA

P.P.

30

Fig. 1.



ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 Noviembre 1.976  
BERNARDO UNGRIA

P.P.

Fig. 2.



Fig. 3.



ESCALA VARIABLE  
Madrid, 17 Noviembre 1.976  
BERNARDO UNGRÍA

*[Handwritten signature]*