

PATENTE DE INVENCION

=====
Pats 24/10718/22.
=====

3.^a COPIA

418797

Int. Cl.² C21C

Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN VAINAS METALICAS
DE COMBUSTIBLE NUCLEAR.

=====
Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad
inglesa, residente en 11, Charles II Street,
Londres, S.W.1., Inglaterra.

=====
La presente invención se refiere a combusti-
ble nuclear comprendido en vainas metálicas y tiene por
objeto mejorar la integridad del cierre de dichas vainas.
Antes de efectuarse el cierre de una vaina
5. durante la fabricación de combustible del tipo hermético

- se rarifica el interior de la vaina (y se puede llenar con un gas inerte) para eliminar cualquier sustancia extraña que pudiera establecer, ulteriormente, reacciones químicas con efecto perjudicial de la integridad de la vaina como recipiente de combustible nuclear. A pesar de estas precauciones, que son una fase de rutina en la fabricación de combustible hermético, resulta difícil tener la seguridad de una eliminación absoluta de las sustancias extrañas debido a que algunos gases o vapores, especialmente el vapor de agua que permanece adsorbido en sustancias sólidas en el interior de la vaina. El inventor ha detectado que ciertos fallos de combustible hermético se pueden escribir a las reacciones químicas que ocurren en el interior de la vaina entre los componentes gaseosos de estos vapores adsorbidos, cuyos componentes aparecen en estado libre solamente después que la vaina se ha sometido a irradiación y temperatura elevada en un reactor nuclear. El detector los efectos en este estadio es un procedimiento bastante grástico que exige la detención temporal del reactor y la reposición de parte de su núcleo para extraer la vaina de combustible defectuoso.

Entre los materiales para vainas metálicas, el zirconio es una base excelente para una aleación a partir de la cual se fabrica la vaina y su tapa, en razón de su sección transversal de baja adsorción neutrónica y, combinado con otros componentes de aleación su buen comportamiento a temperaturas elevadas. Las aleaciones a base zirconio, como las que se venden con la marca registrada "Zircalloy", son propensas a absorber hidrógeno y, por consiguiente, reaccionan con dicho gas para formar hidruro de zirconio.

- Casi con seguridad quedará algo de vapor de agua en

5. el interior de una vaina cerrada, cuyo vapor de agua actúa como fuente ulterior en potencia de hidrógeno libre. Se ha descubierto que el ataque por parte de este hidrógeno libre sobre el cierre o tapa de la vaina, acompañado por la formación del hidruro, que emigra hasta la soldadura de cierre hermético de la tapa, da por resultado el quebrantamiento de la integridad de la vaina.

10. Según el invento, una vaina de combustible nuclear metálica está provista de un tapón de cierre metálico para cerrar un extremo abierto de la vaina, cuyo tapón tiene una parte de cierre con las dimensiones necesarias para acoplarse al extremo abierto, un vástago de área de sección transversal reducida que se extiende en dirección axial a partir de la parte dimensionada hasta el interior de la vaina, cuyo vástago termina en una pestaña de sección transversal agrandada fabricada de un material susceptible de una forma selectiva al ataque por hidrógeno. La parte dimensionada del tapón el vástago y la pestaña se pueden mecanizar de un solo lingote de metal, que es preferiblemente una aleación a base de zirconio. Tanto si es solidaria como si no, la cara de la pestaña dirigida hacia el interior de la vaina puede tener una aspereza superficial pronunciada, v. g., se conservan las marcas de la herramienta de la máquina, para que sea más basta que el interior que la pared de la vaina con el fin de promover una adsorción preferencial del hidrógeno. Las proporciones de estos componentes del tapón, cuando es cilíndrico, son las necesarias para que la pestaña penetre en la vaina con una pequeña holgura y se una a la parte dimensionada por un vástago cuyo diámetro es aproximadamente la mitad de la pestaña.

30. Las proporciones de área en sección transversal

males serán del orden de:

	diámetro interior de la vaina y tapón de cierre	:	pestaña	:	vástago
5.	5,0	:	4,0	:	1,0 y
	8,0	:	4,0	:	1,5

Las relaciones de preferencia son aproximadamente

6,8	:	5,0	:	1,2
-----	---	-----	---	-----

10. En un caso normal, se puede dejar un espacio de separación anular de 0,5 mm. entre la periferia de la pestaña y la pared de la vaina.

El tapón, el vástago y la pestaña pueden consistir en dos o más piezas separadas unidas en un conjunto.

15. La pestaña se fabrica preferiblemente de zirconio o una aleación de zirconio con su cara adyacente al combustible que llena la vaina labrada en basto para aumentar su susceptibilidad al ataque por parte del hidrógeno. Esta pestaña, al ser la parte más caliente del tapón, puesto que es la más próxima al combustible, es aquella donde se forman preferentemente los hidruros. A medida que se acumula el hidruro y alcanza una cierta concentración, emigra a lo largo de los límites del grano al interior de la pestaña debido al gradiente de temperatura en descenso desde la cara caliente de la pestaña hacia la cara más fría y el vástago adyacente. La pequeña sección transversal del vástago forma un impedimento al trayecto de conducción térmica y al trayecto de emigración del hidruro y, por lo tanto, restringe, respectivamente, la formación de hidruro en la región del tapón adyacente a la soldadura de estanqueidad y la transferencia del hidruro formado en las regiones más calientes de la pestaña al interior de la soldadura.

30. De este modo se mejora la integridad de la vaina de

combustible puesto que la soldadura no sufre el ataque del hidruro. En términos prácticos, las proporciones son las necesarias para tener la seguridad de que la pestaña presente un área superficial suficientemente grande al interior de la vaina para que absorba con mayor probabilidad la mayor proporción de cualquier hidrógeno que aparezca en el espacio que contiene el combustible, por la necesidad de asegurar que el vástago tenga un área en sección transversal suficiente para sostener la pestaña (de un modo natural) y para proporcionar un impedimento tanto a la conducción técnica desde la pestaña como a la difusión de sales de hidruro desde la pestaña en ambos casos hasta el tapón, y por el tapón a la soldadura entre la vaina y el tapón.

En una modificación, el tapón del cierre puede tener doble extremo para unir entre sí dos vainas metálicas coaxiales, teniendo cada extremo del tapón un vástago y una pestaña terminal susceptibles de ser atacadas por el hidrógeno.

Para que el invento se pueda comprender mejor se describen a continuación modalidades del mismo tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una vista en sección transversal axial tomada a través de una vaina de combustible cilíndrica representándose solamente un extremo que tiene un tapón de cierre; y

La Fig. 2 es una vista en sección transversal axial tomada a través de un tapón de doble extremo que une dos vainas de combustibles similares por los extremos.

Refiriéndonos en primer lugar a la Fig. 1, una vaina de combustible nuclear comprende un tubo de sección circular 1 de una aleación a base de zirconio y contiene nódulos 2 de

combustible nuclear, por ejemplo de polvo de dióxido de uranio. Los nódulos no llenan totalmente el interior de la vaina y se deja un espacio 3 en un extremo. El extremo de la vaina se cierra por un tapón 4 y se sella mediante una soldadura periférica 5. Se emplean medios resilientes no representados, para mantener los nódulos en posición.

5.

Del tapón 4 sobre sale un vástago 6 de diámetro reducido que lleva en su extremo libre una pestaña 7 de una aleación de zirconio fácilmente atacable por el hidrógeno. Según se ilustra, el tapón 4, vástago 6 y pestaña, 7 son solidarios y se han mecanizado de un solo lingote. La pestaña 7 se deja en estado de mecanización hasta mientras las caras del tapón que se unen con la pared de la vaina reciben un acabado liso exento de marca de herramienta.

10.

15.

Para un diámetro interior de vaina d_1 de 13,6 mm., el diámetro de la pestaña d_2 tendrá 10 mm. mientras que el diámetro del vástago d_3 será de 2,4 mm.

En la práctica, cualquier hidrógeno que se disocie del agua desorbida de los nódulos de combustible se acumula en el espacio 3 y, al ser un elemento ligero, se eleva hasta la parte superior donde se encuentra con la cara caliente de la pestaña 7, rodeada por un espacio anular estrecho 7a entre la periferia de la pestaña y la pared de la vaina.

20.

25.

Por lo tanto, la probabilidad que el hidrógeno sea adsorbido por la superficie rugosa de la pestaña, v. g., su región más caliente, es muy grande y muy pequeña en que el hidrógeno recorre el espacio de separación 7a. El hidrógeno, una vez que ha sido adsorbido, reacciona con el zirconio en la pestaña 7 para formar un hidruro de zirconio que, en tanto exista un gradiente de temperatura, v. g., decreciente desde la cara

30.

de la pestaña hacia el vástago 6, se difundirá a lo largo de ciertos límites en el interior del vástago 6. En esta región más fría, las sales tienden a precipitarse en la superficie del vástago al interior del cierre de tapón y, por lo tanto, a las soldaduras de estanqueidad 5 que se debilitarían y serían muy susceptibles atribuibles a la presencia de hidrógeno libre en la vaina de combustible.

El tapón descrito se puede emplear en uno u otro extremo de una vaina de combustible y, si se desea, los nódulos de combustible pueden ponerse casi a tope en la cara externa de la pestaña 6, teniendo cuidado de dar forma bombeada a una o ambas de las superficies adyacentes para presentar el máximo del área superficial a los gases contaminados.

La Fig. 2 ilustra un tapón de doble extremo para unir entre sí dos vainas de combustible 11, 12, por los extremos, y al mismo tiempo intercomunicar los espacios interiores de las dos vainas.

En detalle, cada vaina 11, 12 contiene nódulos de combustible nuclear superpuestos 13, extendiendo la longitud de las vainas de la longitud de la carga de combustible, de forma que aparezca un espacio 14 por encima de los nódulos del combustible superiores en la vaina inferior 12. El tapón de conexión 15, comprende, de hecho, dos tapones, según se ilustran en la Fig. 1 unidos adosados con una pieza de puente 16. Esta última pieza tiene un par de pestañas separadas 17 que se proyectan periféricamente alrededor de la pared de la vaina, con el fin de separar la vaina de combustible periféricamente de la pared canalada en la que se sitúa o de vainas de combustibles adyacentes. El tapón de doble extremo se mecaniza de un solo lingote de aleación de zirconio, y tiene una pestaña ter-

minal 18, vástago 19 y cierre de tapón 20 de proporciones similares a las de tapón simple de la Fig. 1. El lingote o tocho se taladra con una ánima pasante 18 para permitir que se comuniquen entre sí los interiores de las vainas.

5. El funcionamiento de los tapones en la Fig. 2 es similar al de la Fig. 1, o sea, defiende contra el ataque normal del hidruro que puede pasar por los siguientes estadios:

(a) el hidrógeno, de agua desorbida en el combustible en condiciones de funcionamiento, aparece en la vaina y se enfrenta con una cara extrema muy caliente de una pestaña 7 (18);

(b) se forma una capa de hidruro de zirconio sobre la cara extrema de la pestaña a medida que esta absorbe hidrógeno.

15. (c) finalmente comienza un mecanismo de difusión a transferir el hidruro desde la cara extrema caliente hasta las regiones más frías del tapón, v. g, la cara de la pestaña contraria a la cara extrema y el vástago. Finalmente, el nivel de hidruro en la superficie exterior de la pestaña es mayor que en la cara extrema. Debemos mencionar que las mismas reacciones se producirán simultáneamente en la superficie de la pared de la vaina si se fabrica de aleación de zirconio, pero la emigración a lo largo de la pared de la vaina se efectuará a una velocidad muy lenta puesto que el gradiente de temperatura es pequeño a lo largo de este componente si se compara con el gradiente de temperatura decreciente a lo largo del tapón desde la pestaña hasta la parte de cierre por el vástago.

20. Finalmente se precipita hidruro de zirconio en la superficie de las regiones más frías del vástago y esto proporciona una buena defensa contra la contaminación de las sol-

25.

30.

dadura de estanqueidad por los hidruros, por lo que la soldadura de estanqueidad es la última barrera contra las fugas.

N O T A

5. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en
10. Inglaterra con el nº 42838/72 de 15 de septiembre de 1972, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre PERFECCIONAMIENTOS EN VAINAS METALICAS DE COMBUSTIBLE NUCLEAR; caracterizándose por lo siguiente:
15. 1.- Perfeccionamientos en vainas metálicas de combustible nuclear, caracterizados porque cada vaina se forma por metálico para cerrar un extremo abierto de la vaina, cuyo tapón tiene una parte de cierre o tapa con dimensiones para acoplarse al extremo abierto, un vástago de área de sección transversal reducida que se extiende axialmente desde la parte dimensionada hacia el interior de la vaina, terminando el
20. vástago en una pestaña, de área de sección transversal agrandada, fabricándose la pestaña de un material susceptible de ser atacado de una forma selectiva por hidrógeno.
25. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la parte dimensionada para acoplarse al
30. extremo abierto de la vaina, el vástago y la pestaña terminal

se fabrican del mismo lingote metálico.

3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque la pestaña terminal se fabrica de zirconio o una aleación de zirconio.

5. 4.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, caracterizados porque la superficie de la pestaña contraria a la parte de cierre o tapa, tiene una aspereza superficial mayor que la de la superficie interior de la pared de la vaina.

10. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque dicha superficie de la pestaña, tiene una serie de canales anulares formados en su superficie.

15. 6.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque se dota a cada vaina de un tapón de cierre un extremo de la vaina, una soldadura de estanqueidad entre el tapón y la vaina, cuyo tapón tiene una parte de cierre o tapa y una parte intermedia de vástago que se introduce en el interior de la vaina, terminando la parte intermedia, en su extremo libre, en una pestaña de material, como es el zirconio en una forma que sea atacada selectivamente por hidrógeno, formando la citada parte entre la pestaña y la parte de cierre o tapa, un gradiente de temperatura de descenso rápido para inducir al hidruro de zirconio formado en la pestaña a emigrar de la pestaña y dirigirse hacia la parte intermedia.

20. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el tapón está formado de tal modo que el gradiente descendente de temperatura desde la pestaña hacia el vástago es más pronunciado que el gradiente de temperatura a lo largo de la pared de la vaina hacia la soldadura de estanqueidad.

25.

30.

8.- Perfeccionamientos prácticamente según se ha descrito anteriormente ejemplificada por los dibujos a los que se ha hecho referencia.

5. 9.- Perfeccionamientos en vainas metálicas de combustible nuclear, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 11 hojas escritas a máquina por una sola cara.

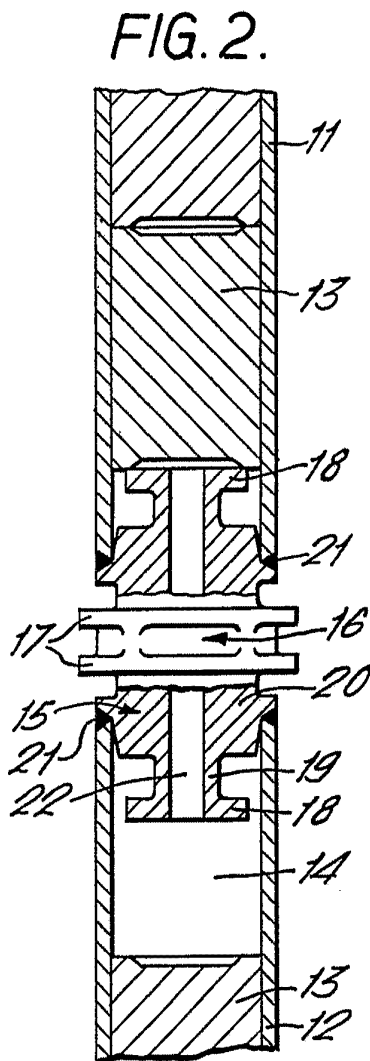
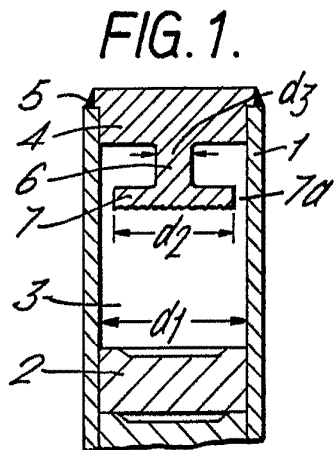
Madrid, 12 NOV. 1975

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY.

A. GONZALEZ ACEBO Y LUCENA
p. p. Firmador L. Costa Fernández



ESCALA
VARIABLE



12 NOV. 1975
A. FERNANDEZ ACEBO Y LIQUET
p. Encargado L. Gasto Encargados