

309064



PATENTE DE INVENCION

=====
Your ref: Pats 24/6379/22.

Memoria Descriptiva
sobre

"PROCEDIMIENTO DE PRODUCCION DE UN
ELEMENTO COMBUSTIBLE PARA REACTOR
NUCLEAR."

Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad inglesa,
residente en: 11, Charles II Street, LONDRES, S.W1.,
Inglaterra.

Este invento se refiere a elementos combustibles para reactor nuclear y, en especial al tipo de elementos combustibles que comprenden combustible nuclear encerrado en el interior de un material destinado a realizar el doble fin de impedir el paso de pro-

5.



ductos de fisión, desarrollados como resultado de la
desarrollados como resultado de la irradiación del
combustible nuclear, a un medio fluido extractor de
calor con lo cual éste se contaminaría, y de proteger
5. el combustible nuclear contra el contacto con dicho
medio fluido, evitando con ello la posible reacción
entre ambos.

- Se ha descubierto que, en el caso de eleme
mentos combustibles de reactor nuclear, que empleen
10. órganos ó unidades combustibles nucleares de uranio
metálico ó de aleaciones a base de uranio, envueltos
en revestimienots de aleaciones a base de magnesio
que contengan zirconio, algunos materiales de las env
volturas, especialmente la aleación binaria magnesio
15. zirconio llamada Magnox ZR 55 (0,5-0,6 % en peso de
zirconio y el resto magnesio), son susceptibles de
difusión, a través de sus estructuras, de átomos o
grupos de átomos de plutonio producido por captura
en posición en o cerca de la superficie del elemento
20. combustible, si dichos átomos o grupos de átomos pue
den llegar a estar dotados de energía y aceleración
direccional inicial suficientes, para cruzar la inter
cara o superficie de separación elemento combustible/
envoltura y penetrar en el material de éste. La difu
25. sión, a través de la pared del material de la envoltu
ra, por éstos átomos de plutonio, táene como efecto
el contaminar la superficie externa de los elementos
combustibles con actividad, y el activar el dispositi
vo de detección de los cartuchos explotados, lo cual
30. es indeseable.



Constituye por tanto un objeto de este invento, el impedir en alto grado, ó por completo, la difusión de plutonio producido, a través del material de la envoltura que rodea al combustible nuclear, durante la irradiación del combustible en un reactor nuclear.

De acuerdo con este invento, un elemento combustible de reactor nuclear, con un órgano ó unidad combustible de uranio ó aleación a base de este metal, encerrado en una envoltura de una aleación a base de magnesio que contenga zirconio, tiene, difundida a través de por lo menos una parte del espesor de la sección transversal de la pared de la envoltura, una substancia que, a causa de su capacidad de formar un compuesto intermetálico con el plutonio, sirve como barrera ó pantalla contra la difusión a través del material de envoltura, del plutonio derivado del elemento combustible nuclear, a causa de la irradiación del elemento combustible en un reactor nuclear. Este invento consiste también en un procedimiento de producción de un elemento combustible para reactor nuclear, -del tipo que comprende un órgano ó unidad de combustible nuclear de uranio ó aleación a base de este metal, encerrado en una envoltura o aleación a base de magnesio, que contenga zirconio- que incluye las etapas de interponer entre el elemento combustible nuclear y la envoltura, una substancia susceptible de difundirse en el interior de, por lo menos, una parte del espesor de la sección transversal de la pared de la envoltura, y susceptible, además, de formar



un compuesto intermetálico con el plutonio, y el aplicar calor y presión al exterior de la envoltura, para fomentar el íntimo contacto entre ésta y el órgano ó unidad combustible nuclear y el hacer, también, que dicha substancia se difunda en el material de la envoltura.

Constituyen ejemplos de substancias adecuadas para la difusión, el aluminio, el cobre y el níquel. Está previsto también el posible uso de la plata y del platino. De éstos ejemplos, se prefiere el aluminio, en parte a causa de su fácil disponibilidad en forma conveniente para su aplicación y, en parte, en vista del hecho de que su baja sección de captura de neutrones lentos, es inferior a la de los demás ejemplos citados. Se prefiere también el empleo de aleaciones a base de aluminio, por ejemplo aluminio/silicio, y se considera también posible el uso de las aleaciones a base de cobre y a base de níquel.

Las dos propiedades metalúrgicas precisas en una substancia de pantalla ó barrera, son que tenga algo de solubilidad en el magnesio, pero que no se utilice por completo en la formación de compuestos intermetálicos enérgicamente ligados con elementos de aleación en el magnesio. Así, el aluminio, la substancia barrera preferida, forma un compuesto intermetálico enérgicamente ligado con el zirconio, un componente de aleación de la típica aleación de revestimiento a base de magnesio, Magnox ZR 55 (0,55-0,60% en peso de zirconio y el resto magnesio); así pues, el aluminio interpuesto ha de ser suficientemente grueso para ase-



- gurar que, incluso si todo el zirconio combinado con aluminio se ha difundido desde el aluminio interpuesto al interior del material de la envoltura, quedará todavía aluminio libre bastante para combinarse con el
5. plutonio. Se prevé también que una proporción de la sustancia de barrera se aleará con uranio, si en realidad es posible la aleación, en ó cerca de la superficie del órgano combustible nuclear. Esta aleación puede realizar el fin adicional de reducir la migración de átomos de plutonio desde el órgano combustible nuclear, pero se cree que éste efecto será pequeño en comparación con la captura de átomos de plutonio en el material de la envoltura, debido a la sustancia metálica difundida, introducida en él. El que la trabazón
 10. ocurra entre el material de envoltura y el órgano combustible nuclear, como resultado de la interposición de dicha sustancia de barrera entre ambos, dependerá de la cantidad de ésta última inicialmente presente, y se trata de interponer entre el material de envoltura
 15. y el órgano combustible nuclear, solamente la sustancia suficiente para difundirse de tal modo que la difusión y la pequeña cantidad de aleación con uranio y con los elementos de aleación en el material de envoltura a base de magnesio, como antes se indica, expliquen todas las sustancias para difusión inicialmente presentes y, por tanto, vejen material insuficiente para llevar a cabo la trabazón entre el material de envoltura y el órgano combustible nuclear. Cuando el aluminio es la sustancia de barrera empleada, una
 20. intercapa inicial (antes de la difusión y la aleación)
 - 25.
 - 30.



de pocas milésimas de pulgada, de espesor, será bastante en general; cuando el material de la envoltura es Magnox ZR 55, como se ha dicho.

5. Es también un objeto principal de éste invento el proporcionar un elemento combustible con una intercapa de dicha substancia, ó sea, proporcionar inicialmente una interposición entre el material de envoltura y el órgano combustible nuclear, cantidad bastante de dicha substancia para que después de realizarse la difusión y la aleación, quede una proporción tal de la mencionada substancia que proporcione una intercapa.

15. Los elementos combustibles para reactores nucleares, de la índole indicada, tienen unidad de combustible nuclear provisto de ranuras circunferenciales separadas, en el interior de las cuales se ajusta el material de la envoltura, como resultado de la aplicación de calor y presión, enclavijando así el material de la envoltura y el órgano de combustible nuclear entre sí. Este medio se describe y representa en la Patente británica nº 790.389 de los mismos Solicitantes. No se prevé que la realización de dicho enclavijamiento afecte significativamente la realización de la difusión de dicha substancia en el material de envoltura.

25. Se prevé también que la difusión de dicha substancia en el material de envoltura, se inicie por las mencionadas etapas de aplicar calor y presión, y que la difusión continúe a causa de las condiciones de calor y presión inherentes a la operación del elemento combustible en un reactor nuclear.



- Por vía de ejemplo, van a describirse las etapas constitutivas del proceso de fabricación de un elemento combustible corriente para reactor nuclear, de acuerdo con este invento. El órgano o unidad de combustible nuclear está constituido por una varilla de uranio, obtenida por fundición en vacío, con adición a la misma de hierro y aluminio antes de la fundición (ver la Memoria de la Patente británica nº 863,492 de los mismos solicitantes) y que se han sometido después de la fundición, a un tratamiento térmico que comprende el calentar a 750°C, el templar o enfriar rápidamente con agua, el revenir o recoger en argón a 550°C durante una hora, seguido por el enfriamiento a la temperatura ambiente (ver las Memorias de las Patentes Británicas nº 812.123 y 806.971, de los mismos solicitantes). El órgano o unidad de combustible nuclear tiene ranuras circunferenciales de alrededor de 0,508 mm. de profundidad preparadas a máquina en él (ver Memoria de la Patente Británica nº 790.389, de los mismos solicitantes), y a continuación revestidos por una envoltura que cubre su periferia cilíndrica y sus extremos, de una lámina de aluminio delgada (por ejemplo, 0,05 mm).
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- El órgano de combustible nuclear revestido, se coloca en el interior de una envoltura de la aleación a base de magnesio denominada magnox ZR 55 (0,5-0,6 % en peso de zirconio, y el resto magnesio). Se aplican los castigos extremos a la envoltura y se cierra herméticamente por soldadura en arco de argón. El conjunto de órgano de combustible y envoltura se somete a continuación a un tratamiento de caldeo y presión, por ejem-
- 25.
- 30.



- plo como se indica en la Patente nº 790.389 de los mis -
mos solicitantes, excepto la aplicación durante 8 horas
de una temperatura de alrededor de 115°C. Se considera
que la etapa de aplicación de presión y caldeo, sirve
5. para dar lugar a la difusión inicial suficiente de alu-
minio en el interior del material de envoltura para pro-
teger contra la difusión inicial de plutonio en el mate-
rial de envoltura citado, especialmente si el órgano de
combustible funciona a temperaturas bajas por ejemplo
10. hasta 350°C. Para temperaturas superiores, ó sea de
350°C a 470°C se espera una difusión de una cantidad su-
perior de plutonio en el material de envoltura, pero el
funcionamiento del elemento combustible en el reactor
nuclear, continuará el proceso de difusión iniciado por
15. la etapa de caldeo y presión, y asegurará la existencia
de aluminio difundido suficiente para tener en cuenta
el plutonio cuya producción y difusión en el material
de envoltura solo puede empezar con la irradiación del
combustible nuclear en el reactor.
20. Se cree que el mecanismo de difusión del alu-
minio en el material de envoltura, comprende la penetra-
ción de aluminio en solución con el magnesio y la combi-
nación del aluminio con el zirconio cerca de la superfi-
cie del material de envoltura, que forma contacto con
25. el órgano de combustible nuclear. No es posible incorpo-
rar, solamente mediante técnicas de aleación, más de al-
rededor de 100 partes por millón de aluminio en el mag-
nox ZR 55 sin dar lugar a la precipitación de zirconio
de la solución magnesio/zirconio.
30. En lugar de aplicar la substancia a difundir



en el órgano de combustible nuclear por envoltura, puede utilizarse el empleo de métodos alternativos de revestimiento del órgano de combustible nuclear, que incluyen, en orden de preferencia desde el punto de vista de sencillez y control, las técnicas conocidas de depósito en vacío, electro-depósito, pulverización ó rociado ó inmersión.

Como variante, la substancia a difundir puede aplicarse a la superficie interna de la envoltura y de los casquillos extremos, por cualquier técnica conveniente incluyendo las variantes indicadas en el párrafo anterior. Se cree sin embargo que la aplicación de la substancia a difundir, a la superficie interna de la envoltura y de los casquillos, ocasionaría mayores dificultades y gastos en un proceso de producción, en comparación con la aplicación de la misma a la superficie y extremos del órgano de combustible nuclear.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo 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 se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Inglaterra con fecha 6 de Febrero de 1.964, nº 5172/64, acciéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PROCEDIMIENT



TO DE PRODUCCION DE UN ELEMENTO COMBUSTIBLE PARA REACTOR NUCLEAR"; caracterizándose por lo siguiente:

1º.- Procedimiento de producción de un elemento combustible para reactor nuclear, del tipo que comprende de un órgano combustible nuclear de uranio ó aleación a base de uranio, encerrado en una envoltura de una aleación a base de magnesio, que contiene zirconio y que comprende las etapas de interponer entre el órgano de combustible nuclear y la envoltura, una substancia susceptible de difundirse en el interior de por lo menos una parte del espesor de la sección transversal de la pared de la envoltura y susceptible además de formar un compuesto intermetálico con el plutonio; y aplicar calor y presión al exterior de la envoltura, para fomentar el contacto íntimo entre la envoltura y el órgano de combustible nuclear, y hacer además que la substancia mencionada se difunda en el interior del material de envoltura.

2º.- Procedimiento, según reivindicación 1, en el que dicha substancia es aluminio o una aleación a base de aluminio tal como aluminio/silicio.

3º.- Procedimiento, según reivindicación 1, en el que dicha substancia es una de las siguientes: cobre, níquel, plata, platino, una aleación a base de cobre, ó una aleación a base de níquel.

4º.- Procedimiento, según reivindicación 2, en el que el material de la envoltura es una aleación binaria magnesio/zirconio, y primitivamente se interpone una lámina muy delgada de aluminio entre el órgano combustible y el interior de la envoltura de tal modo



que el calor y la presión posteriormente aplicadas al elemento combustible durante el baño, la fabricación y el trabajo, dan lugar a la difusión del aluminio en el material de la envoltura.

5. 5^a.- Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en el que la mencionada sustancia se aplica a toda la superficie externa del órgano combustible nuclear, antes de introducir éste en la envoltura, por una operación de revestimiento.
10. 6^a.- Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en el que la sustancia mencionada se aplica a toda la superficie interna de la envoltura, antes de introducir el órgano combustible nuclear en ella, por una operación de revestimiento.
15. 7^a.- "Procedimiento de producción de un elemento combustible para reactor nuclear", tal y como queda descrito en la presente Memoria.

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

6 FEB. 1965

Madrid,

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY.

J. GOMEZ AKEBO Y MODEI