

23 MAY 1966

PATENTE DE INVENCION

"COMPOSITE TUBE FOR FUEL
ELEMENT CAN" CASE 283.

327048

327048

MEMORIA DESCRIPTIVA
sobre:

"Elemento combustible para reactor
nuclear"

==.==.==.==.==

Solicitante: CENTRAL ELECTRICITY GENERATING BOARD, entidad britá-
nica, residente en Sudbury House, 15 Newgate Street,
Londres, E.C.1., Inglaterra.

==.==.==.==.==

Este invento se refiere a elementos de com-
bustible para reactores nucleares con refrigeración
por gas.

5. En un reactor nuclear refrigerado por gas,
el elemento ha de revestirse y el material de reves



- timiento ha de desempeñar varias funciones: por ejemplo, ha de constituir un medio para la transmisión de calor desde el material combustible al gas, ha de impedir que el gas se ponga en contacto con el material combustible, ha de contener los productos de fisión evitando que entre en la corriente de gas, y además ha de servir como elemento estructural para el sostén del material combustible. Existen otras exigencias que afectan a la construcción del revestimiento; muy importantes entre ellos, son la necesidad de una reducida absorción de neutrones, la compatibilidad química con el combustible y el gas, y la capacidad de resistir las condiciones físicas del interior de un reactor, especialmente la temperatura, los esfuerzos y la irradiación. Para proporcionar una transmisión térmica eficaz, el revestimiento ha de tener un buen contacto térmico con el combustible y ha de estar dotado de aletas en su superficie exterior; constituye práctica corriente el emplear bien un revestimiento "de varias zonas y aletas múltiples", dotado de una gran cantidad de aletas helicoidales con los pasos de gas entre ellas divididos en zonas por láminas longitudinales de separación, o un tipo de "espina de pescado" en las aletas, dispuestas en sectores alrededor del revestimiento, y en el que las inclinaciones de las mismas con respecto al eje longitudinal del revestimiento son opuestas en los sectores adyacentes.

En la práctica, existen muy pocos materiales adecuados para revestir elemento de combustible en reactores refrigerados por gas y, en la actualidad, se usan casi universalmente las aleaciones "Magnox", en las que

327048
- 3 -



- predomina el magnesio, bien conocidas y que se identifican corrientemente por símbolos tales como Magnox AL80 (nominalmente, 0,8% de aluminio, 0,008% de berilio y el resto magnesio), o Magnox ZR55 (nominalmente 0,5 -
5. 0,6% de zirconio y el resto magnesio); cada uno de los distintos símbolos indica una aleación y se dispone de una variedad especificada de materiales de aleación y de proporciones máximas de otros determinados materiales. En el Reino Unido, es corriente utilizar Magnox
10. AL80 para el revestimiento de elementos combustibles. Otro material de empleo susceptible, es el Magnox ZR55. Los reactores refrigerados por gas, en los que se usan los elementos de combustible de este invento, emplean uranio como material combustible. El material Magnox
15. ZR55 no es tan satisfactorio como el Magnox AL80, dado que el primero permite la difusión, a través del revestimiento, del plutonio producido en el combustible. El plutonio, al atravesar la pared del revestimiento, proporcionará señales falsas en los detectores de "cartucho estallado", empleados para acusar la presencia de
20. material radiactivo en el gas a fin de comprobar si se ha estropeado algún revestimiento. Para restringir la difusión de plutonio, puede ser necesaria una capa de grafito entre un revestimiento de Magnox ZR55 y el uranio combustible.
- 25.

Estos dos materiales son ambos relativamente dúctiles y su resistencia a la termodeformación plástica es tal que existe una posibilidad, a las temperaturas elevadas del reactor, de que las aletas se deformen y obstruyan localmente la corriente de gas. Esto da orí

30.



- gen a zonas de gran radiactividad, con la posibilidad consiguiente de más deterioros aún. Este es uno de los factores que limitan las condiciones posibles de temperaturas y corriente de gas en un reactor refrigerado por gas. Estas limitaciones de temperatura son especialmente indeseables en un reactor utilizado para la producción de energía eléctrica, dado que el rendimiento global del sistema podría aumentarse si la temperatura de funcionamiento pudiera elevarse por encima de los niveles en la actualidad comunmente usados. En un reactor comercial generador de potencia, refrigerado por gas, en la actualidad, la temperatura de las aletas, en el punto más caliente, puede ser de 450-500°C y la temperatura del gas ha de ser inferior a ésta.
5. De acuerdo con este invento, un elemento de combustible para un reactor nuclear refrigerado por gas, comprende uranio metálico o aleación a base de uranio, con revestimiento, provisto de aletas exteriores, formado por un material compuesto con la parte interior de un material dúctil, y la exterior, incluyendo por lo menos las aletas, formada por un material de mayor resistencia a la termodeformación plástica que la parte interior. Esta ha de tener la baja absorción de neutrones necesaria y la propiedad de resistir la irradiación y las condiciones físicas del reactor, y ha de ser químicamente compatible con el combustible; convenientemente puede ser una aleación Magnox, tal como AL80. La ductilidad de la parte interior, permite establecer y conservar el buen contacto térmico con el combustible. La parte exterior es de un material que dotado de una mayor
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

327048

- 5 -



- resistencia a la termodeformación plástica; la ductilidad en la parte exterior, aunque no esencial, es deseable, para poder seguir los movimientos térmicos de la parte interna y, especialmente, del combustible, dotado de un coeficiente de dilatación distinto del de las aleaciones Magnox, y la mayor resistencia a la termodeformación plástica, reduce la posibilidad de la deformación de las aletas sometidas a las fuerzas de los gases y a la elevada temperatura.
- 5.
10. Con preferencia, la parte interna es de Magnox AL80, impermeable a la difusión del plutonio. Puede emplearse el Magnox ZR55, pero en este caso, puede ser necesaria una capa de grafito entre el revestimiento y el combustible, para restringir esa difusión.
15. La parte exterior muestra una absorción de neutrones aceptablemente reducida, y puede estar constituida por una aleación Magnox distinta, por ejemplo Magnox ZR57 o Magnox MN70 o Magnox MN150. Otro material posible es el Magnox ZR55 hidrurado. Con preferencia, sin embargo, la parte exterior es de un polvo compactado de aleación Magnox, convenientemente el Magnox CP ZR55, Magnox CP ZR57 o Magnox CP AL80, son los empleados y están constituidos por polvos compactados de composiciones iguales a las de Magnox ZR55, Magnox ZR57 y Magnox AL80, respectivamente. Estas aleaciones de polvos compactados, tales como Magnox ZR57, Magnox MN70 y Magnox MN150, son apreciablemente superiores, en resistencia a la termodeformación plástica, al Magnox AL80 y, típicamente, la parte exterior puede ser de 10 a 1000 veces más energética que
- 20.
- 25.
30. la interior en cuanto a la resistencia a la termodefor-



5. mación plástica. Son sin embargo menos dúctiles y no pueden emplearse para todo el revestimiento, a causa de esta inferior ductilidad. El Magnox CP ZR55 y el Magnox CP ZR57, se prefieren al Magnox CP AL80, por ser menos quebradizos.

10. La mencionada parte exterior puede acoplarse a las aletas, solamente, pero con mayor preferencia, está constituida por una parte tubular con las aletas formando cuerpo con ella. La mencionada parte interna es tubular con pared de un espesor comprendido entre 1 y 3 mm clásicamente.

15. Por vía de ejemplo, en el dibujo adjunto se representa una construcción de este invento, en corte transversal de un elemento de combustible para un reactor refrigerado por gas. Con referencia al dibujo, se indica una barra de uranio 10 que constituye el material combustible, rodeada por un revestimiento 11 dotado de aletas, cuya parte interior 12 está constituida por un material Magnox dúctil, con preferencia Magnox AL80, mientras que
20. la parte exterior 13 se halla formada, en este ejemplo especial, por un polvo compactado de aleación de Magnox, tal como Magnox CP ZR55, o Magnox CP ZR57, o Magnox CP AL80.

25. El elemento de combustible puede prepararse utilizando un tocho combinado de material de revestimiento. Puede emplearse la percusión, junto con la extrusión y el retorcido para obtener un revestimiento dotado de aletas helicoidales, o bien dicho revestimiento puede obtenerse mecánicamente partiendo de un tubo, extruido conjuntamente, de paredes gruesas para formar un elemento con
30.

