

342037



PATENTE DE INVENCION

B.2238.3.

Memoria Descriptiva

sobre:

"PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE UNA ALEACION
DE URANIO"

- - - - -

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15^e,
FRANCIA.

- - - - -

La presente invención tiene por objeto una
aleacion de uranio, empleada especialmente en la pro-
ducción de elementos combustibles para reactores nucleaa
res refrigerados por gas carbónico.

5. El aumento de potencia de los reactores que



funcionan con uranio natural y refrigerados por gas carbónico, ha traído como consecuencia el aumento necesario de la presión y el caudal del fluido de refrigeración de los mismos. Este aumento de potencia ha conducido a reemplazar las barras macizas de uranio por tubos de paredes, cada vez más delgadas, para no alcanzar, para una temperatura dada del fluido de refrigeración, temperaturas demasiado elevadas en el seno del material fisionable. La disminución del espesor de la pared es sin embargo limitada por la resistencia a la deformación del material combustibles.

La invención tiene por objeto una aleación de uranio que presenta una microestructura constituida por granos alfa finos y homogéneos.

Esta aleación presenta una menor sección de captura neutrónica (aproximadamente tres veces inferior a la de la aleación uranio-molibdenu al 1 %). Esta nueva aleación, se caracteriza por una resistencia a la deformación considerablemente mejorada respecto a la de uranio no aleado y, por una gran resistencia a la irradiación.

Una aleación según este invento comprende de 0,1 a 0,3 % en peso, de molibdeno y de 0,1 a 0,3 % en peso de, al menos, dos metales de aportación elegidos del grupo constituido por aluminio, cromo y estaño.

Según una primera forma preferida de la invención, la aleación comprende de 0,1 a 0,3 % en peso de molibdeno, 0,1 a 0,2 % en peso de aluminio y 0,02 a 0,10% en peso de cromo.

Según una segunda forma preferida de la invención, la aleación comprende de 0,1 a 0,3 % en peso de



molibdeno, 0,1 a 0,2% en peso de estaño y 0,02 a 0,10% en peso de cromo.

5. Según una tercera forma preferida de la invención la aleación comprende de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno, 0,1 a 0,2% en peso del total de estaño más aluminio y 0,02 a 0,10% en peso de cromo. Tal aleación tiene un límite ponderal inferior para cada uno de los elementos, estaño y aluminio, que es del orden de 0,02 a 0,03% en peso.

10. Según una cuarta forma preferida de la invención, la aleación comprende de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno y 0,1 a 0,2% en peso del total de estaño más aluminio.

15. Una aleación conforme a la invención, se realiza de una manera simple y económica. Su preparación comprende una etapa de fusión, otra de colada y, eventualmente, un tratamiento térmico.

20. La aleación puede obtenerse del modo siguiente. Los diferentes componentes metálicos de la aleación se funden en proporciones convenientes en un crisol de grafito, al mismo tiempo que un paquete de uranio. La fusión se realiza en un vacío inferior a 10^{-2} mm de mercurio, en un horno de inducción con una zona a una temperatura, como mínimo, igual a 1.200°C durante un espacio de tiempo inferior a una hora, lo que permite obtener una mezcla homogénea de los diferentes constituyentes.

25. La aleación obtenida es a continuación colada en unos moldes de forma apropiada para obtener los tubos de material combustible. Es recomendable acelerar la refrigeración de los moldes después de la colada, para obtener velocidades de refrigeración comprendidas entre 5 y $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

30. nuto entre 750 y 475°C .



196

5. Con objeto de mejorar aún más la estructura de los elementos combustibles, puede ser ventajoso someterles a un tratamiento térmico consistente en un temple escalonado. El tratamiento térmico puede, además, realizarse en máquinas de calentamiento por inducción con ciclos programados.

10. El temple escalonado se efectúa preferentemente en un baño de sales. Después de un recocido de solubilización en fase gamma, a una temperatura superior a 750° , se efectúa un temple escalonado entre 490 y 590° C. Los elementos se mantienen suficientemente durante un espacio de tiempo prolongado a esta temperatura, para obtener una descomposición isoterma completa de la fase beta (transformación beta \rightarrow alfa). A continuación se deja enfriar a temperatura ambiente. Este temple escalonado puede ser seguido de un recocido de precipitación entre 450 y 600° C. Esta operación de recocido sirve también para eliminar el hidrógeno residual.

15. En el tratamiento sobre máquinas de ciclos programados, los elementos se calientan por inducción hasta la fase gamma y, se mantienen durante un espacio de tiempo suficiente para la solubilización de los precipitados. La corriente es entonces cortada y se realiza una refrigeración a una velocidad de 20 a 100° C/minuto hasta $500-475^{\circ}$ C.

20. Una variante de realización del tratamiento térmico, consiste en programar la potencia eléctrica y la evacuación del calor, con objeto de obtener una refrigeración rápida del orden de 25 a 200° C/minuto entre 750 y 600° C, y una velocidad de refrigeración nula o re-

30.



BOLETA 1968

ducida del orden de 0 a 20°C/minuto, entre 600 y 450°C. De este modo, se tiende a aproximarse a las condiciones ideales del temple escalonado.

Una aleación conforme a la invención presenta las propiedades siguientes:

- el tamaño medio del grano alfa está comprendido entre 80 y 400 μ
- presenta una precipitación muy densa y homogénea. El número de precipitados después del recocido de precipitación, está comprendido entre 10^{14} y 10^{16} por cm^3 ,
- tiene un excelente comportamiento a la deformación.

A título de ejemplo las velocidades de deformación, medidas sobre una aleación de uranio que contiene 0,2% de molibdeno, 0,15% de aluminio y 0,05% de cromo, son:

- a 600°C bajo 1Kg/mm² $v = 0,38 \times 10^{-6}/h$
- a 600°C bajo 2Kg/mm² $v = 3,3 \times 10^{-6}/h$
- a 550°C bajo 3Kg/mm² $v = 0,8 \times 10^{-6}/h$

A título de comparación la velocidad de deformación, medida sobre una aleación de uranio-molibdeno, que contiene 0,2% de molibdeno es:

- a 600°C bajo 1Kg/mm² $v = 20 \times 10^{-6}/h$

Gracias a su excelente resistencia a la deformación, las aleaciones consideradas se adaptan particularmente en la producción de elementos combustibles tubulares de refrigeración externa, que han de soportar la presión del fluido de refrigeración.

NOTA

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 corresponde a

5. una solicitud de Patente presentada en Francia con fecha y número siguientes: 13 de enero de 1967 nº PV.91 160 acogiéndose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se
10. solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE UNA ALEACION DE URANIO"; caracterizándose por lo siguiente:

15. 1ª.- Procedimiento para la fabricación de una aleación de uranio, especialmente empleada en la producción de elementos combustibles para reactores nucleares refrigerados por gas carbónico, caracterizado porque en una primera etapa, se funden, en un crisol y bajo un vacío inferior a 10^{-2} mm de mercurio, de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno, de 0,1 a 0,3% en peso de, al menos,
20. dos metales de aportación, elegidos del grupo consistente en aluminio, cromo y estaño, estando el resto constituido por uranio, en una segunda etapa, la aleación resultante se cuele en unos moldes de forma apropiada, y en una tercera y última etapa, la aleación se somete,
25. eventualmente, a un tratamiento térmico.

30. 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque en la citada primera etapa, se funden de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno, de 0,1 a 0,2% en peso de aluminio y de 0,02 a 0,1% en peso de cromo, estando el resto constituido por uranio.



10 ENE. 1968

3a.- Procedimiento según la reivindicación 1a, caracterizado porque en la citada primera etapa, se funden de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno, de 0,1 a 0,2 % en peso de estaño y de 0,02 a 0,1% en peso de cromo, estando el resto constituido por uranio.

4a.- Procedimiento según la reivindicación 1a, caracterizado porque en la citada primera etapa, se funden de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno, de 0,1 a 0,2 % en peso del total de estaño más aluminio y de 0,02 a 0,1% en peso de cromo, estando el resto constituido por uranio.

5a.- Procedimiento según la reivindicación 1a, caracterizado porque en la citada primera etapa, se funden de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno y de 0,1 a 0,2 % en peso del total de estaño más aluminio, estando el resto constituido por uranio.

6a.- Procedimiento según la reivindicación 1a, caracterizado porque en la citada primera etapa, se funden de 0,1 a 0,3% en peso de molibdeno y de 0,1 a 0,2 % en peso del total de estaño más aluminio, siendo los límites ponderales inferiores en aluminio y en estaño del orden de 0,02 a 0,03%, estando el resto constituido por uranio.

7a.- "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE UNA ALEACION DE URANIO"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta memoria consta de 7 hojas escritas a máquina por una sola cara
Madrid,

10 ENE. 1968

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
p. p. Firmador F. Hernández Ruiz