

349088



10 ENE. 1968

PATENTE DE INVENCION

B.2238-3 Div.

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Procedimiento para la fabricación de una aleación de uranio"

- - - - -

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

- - - - -

La presente invención tiene por objeto una aleación de uranio, empleada especialmente en la producción de elementos combustibles para reactores nucleares 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. 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 combustible.

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-molibdeno 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 la invención comprende de 0,1 a 0,3 % en peso de molibdeno y de 0,1 a 0,3 % en peso de estaño.

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.

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  $1.200^{\circ}\text{C}$  durante un espacio de tiempo inferior a una hora, lo que permite obtener una mezcla homogénea de los diferentes constituyentes. 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  $20^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$  entre  $750$  y  $475^{\circ}\text{C}$ .
- 5.
- 10.
15. 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.
- 20.
25. El temple escalonado se efectúa preferentemente en un baño de sales. después de un recocido de solubilización en fase de gamma, a una temperatura superior a  $750^{\circ}$ , se efectúa un temple escalonado entre  $490$  y  $590^{\circ}\text{C}$ . 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
- 30.



10 ENE 1968

seguido de un recocido de precipitación entre 450 y 600°C. Esta operación de recocido sirve también para eliminar el hidrógeno residual.

5. 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°C.

10. 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 reducida 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.

15. Una aleación conforme a la invención presenta las propiedades siguientes:

- el tamaño medio del grano está comprendido entre 80 y 400  $\mu$
- presenta una precipitación muy densa y homogénea.

20. El número de precipitados después del recocido de precipitación, está comprendido entre  $10^{14}$  y  $10^{16}$  por  $\text{cm}^3$ .

- tiene un excelente comportamiento a la deformación.

25. A título de ejemplo las velocidades de deformación, medidas sobre una aleación de uranio que

- 30.





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 y de 0,1 a 0,3 % en peso de estaño, estando el resto constituido por uranio, en una segunda etapa, la aleación resultante se cucla en unos moldes de forma apropiada, y en una tercera y última etapa, la aleación se somete, eventualmente, a un tratamiento térmico.

2a.- Procedimiento para la fabricación de una aleación de uranio; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

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

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

10 ENE. 1968

J. GOMEZ ACEBO Y MODET  
Firmador F. Hernández Ruiz