

P.- 19.588

258021

REHECHA I



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E    D E    I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad  
francesa, establecida en 69 Rue de Varenne, París, Francia,  
por:

"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE FUNDAS  
PARA ELEMENTOS COMBUSTIBLES CILINDRICOS HUECOS -  
PARA REACTORES NUCLEARES".

=====

Uno de los métodos conocidos para mejorar el cambio  
térmico entre los elementos combustibles de los reactores  
nucleares y el fluido de refrigeración que circula en con-  
tacto con su funda, consiste en realizar elementos huecos,



258021

5 en general elementos cilíndricos huecos, en los cuales el combustible está distribuido anularmente entre una capa metálica externa y una capa metálica interna, que están unidas en cada extremo de los elementos, en general por soldadura, por un tapón corona.

10 En el curso de la subida de potencia de los reactores, los contactos entre el combustible y la funda, ya más o menos buenos en frío, pueden llegar a ser netamente peores en ciertas zonas de éstos, a consecuencia de las diferencias de dilatación térmica entre el metal de la funda, y el combustible, el cambio térmico es disminuido entonces y la existencia de este fenómeno limita las posibilidades de utilizar elementos combustibles huecos que puedan ser convenientemente refrigerados; así, el empleo de un combustible que se dilate mucho más o mucho menos que el metal de la funda puede conducir a despegues entre la funda y el combustible; esto es tanto más molesto cuanto que una dilatación elevada del combustible con relación a la funda favorece el contacto entre la capa externa de la funda y el combustible, y se debería buscar, por consiguiente, si no entrañara como contrapartida el aumento de las holguras entre la capa interna de la funda y el combustible.

25 El presente invento tiene por objeto un perfeccionamiento en los procedimientos de enfundado de los elementos combustibles huecos para reactores nucleares refrigerados por un fluido a presión y, a título de productos industriales nuevos, los elementos combustibles obtenidos conforme a este perfeccionamiento.

30 Este perfeccionamiento se caracteriza porque, habien-



258021

do sido rodeado el combustible por una funda que comprende una capa externa y una capa interna, se realiza la aplicación de la capa interna sobre el combustible por deformación plástica o elástica, en caliente, por medio de la presión del fluido de refrigeración, siendo comenzada la deformación de esta capa al mismo tiempo o posteriormente que la dilatación del combustible.

La aplicación de la capa interna sobre el combustible es realizada por la presión del fluido de refrigeración, pasando este fluido a la vez por el exterior y por el interior del elemento combustible; la capa interna de la funda puede tener, como la capa externa, aletas que tienen igualmente por efecto mejorar los cambios térmicos entre el fluido y el combustible; la mejora del cambio térmico es debida también al hecho de que el presente perfeccionamiento permite el paso eficaz de las calorías del combustible a la funda, a causa del contacto íntimo entre estos dos últimos.

La funda posee en general una dilatación propia diferente de la del combustible y la dilatación es generalmente más grande para el combustible, lo que permite aplicar éste, cuando la temperatura se eleva, contra la capa externa del elemento; esta dilatación tiene tendencia a separar el combustible de la capa interna, siendo la dilatación térmica de esta última inferior a la del combustible. Por encima de una cierta temperatura, la presión del fluido de refrigeración, que circula en el interior del elemento, tiene por efecto superponer a la dilatación térmica de la capa interna una deformación mecánica.

Cuando esta deformación no tiene lugar más que des-



pués de una cierta dilatación del combustible, éste, al  
comienzo del caldeo, se separa de la capa interna cuya  
dilatación térmica es inferior a la del combustible; cuan-  
do la presión del fluido de refrigeración y la temperatu-  
5 ra son suficientemente elevadas, la capa interna no es ya  
capaz de soportar la presión del fluido de refrigeración  
y se deforma para venir a aplicarse contra el combusti-  
ble; al continuar elevándose la temperatura, la exten-  
sión de la capa interna está limitada por el combustible  
10 que se dilata menos deprisa, lo que tiene por efecto apli-  
car esta sobre el combustible con una cierta fuerza.

Quando se produce la deformación mecánica de la  
capa interna, una vez que el combustible se dilata, no  
hay aumento de la distancia que separa en frío éste de  
15 la capa interna; en particular, si esta distancia es muy  
pequeña, no existe despegue efectivo del combustible y  
de la capa interna; esta es aplicada entonces seguidamente  
contra el combustible y los desplazamientos de la superfi-  
cie del combustible frente a la capa interna son enton-  
ces idénticos a los desplazamientos de esta última.

Eligiendo convenientemente la naturaleza del metal  
de la capa interna y la estructura de esta capa, es posi-  
ble hacer comenzar la deformación mecánica de la funda,  
conforme al invento, ya sea al comienzo del caldeo, ya -  
25 sea en el curso del caldeo.

Una de las características del invento consiste en  
que esta deformación puede ser plástica o elástica; la  
deformación plástica, es provocada por la sola presión  
del fluido de refrigeración cuando, bajo el efecto de la  
elevación de temperatura, la disminución de las caracte-  
30

rísticas mecánicas del metal es suficientemente deforma-  
ción plástica podría ser obtenida en frío, pero entonces  
sería necesario utilizar, para provocarla, fluidos a pre-  
siones demasiado elevadas, incompatibles con las presio-  
nes de los fluidos de refrigeración utilizadas en los -  
reactores nucleares, las cuales son corrientemente del  
orden de  $25 \text{ kg/cm}^2$ , pero pueden llegar a  $100 \text{ kg/cm}^2$ , la  
deformación elástica requiere una estructura apropiada de  
la capa interna y, para el metal que la constituye, carac-  
terísticas mecánicas diferentes de las utilizadas en el ca-  
so de deformación plástica y que conducen al empleo de ma-  
teriales tales como el acero; en este caso, cuando el flui-  
do de refrigeración comprimido no circula ya en el interior  
del elemento combustible, el contacto entre el combusti-  
ble, el contacto entre el combustible y la capa interna  
cesa, volviendo esta inmediatamente a su posición ini-  
cial.

Con referencia a las figuras esquemáticas 1 a 6 ad-  
juntas, se describirán en lo que según ejemplos dados a  
título no limitativo de puesta en práctica del perfeccio-  
namiento en los procedimientos de enfundado de los elemen-  
tos combustible huecos para reactores nucleares refrigera-  
dos por un fluido a presión, objeto del invento.

El primer ejemplo se refiere a una deformación plás-  
tica de la capa interna de un elemento combustible hueco.

La figura 1 representa un corte transversal de es-  
te elemento al comienzo del caldeo y antes de la deforma-  
ción plástica.

La figura 2 representa un corte, según II-II de la  
figura 1, de la parte superior de este elemento

El segundo y tercer ejemplos se refieren a una de-  
formación elástica de la capa interna de elementos combus-



258021

tibles huecos.

La figura 3 representa un corte transversal del elemento del segundo ejemplo.

La figura 4 representa una vista agrandada de un detalle de la figura 3.

La figura 5 representa un corte transversal del elemento del tercer ejemplo.

La figura 6 representa una vista agrandada de un detalle de la figura 5.

Se ve en las figura 1 y 2 el combustible 1; la funda 2, de magnesio, está constituida por una capa interna 3 y por una capa externa 4, reunidas por el tapón corona soldado 5; cuando se pone en marcha el reactor nuclear, el fluido de refrigeración circula por el exterior del elemento y por la zona central 6; el combustible 1 se dilata bajo el efecto de la elevación de temperatura y su superficie exterior se pone en contacto íntimo con la capa externa 4 que se dilata menos deprisa que el combustible. En cambio, la superficie interior del combustible se despega de la capa interna 3 y la holgura así creada puede alcanzar de uno a dos milímetros; el calor es evacuado entonces exclusivamente por el interior del elemento, siendo realizado el contacto entre la funda 2 y el combustible 1 sólomente al nivel de la capa externa 4. El gas de refrigeración se calienta progresivamente; se obtiene uno de refrigeración en los cambiadores de calor del reactor; cuando la temperatura de este gas llega a 200° C, temperatura primera como temperatura de entrada en el reactor, la capa interna 3 es deformada entonces plásticamente por la presión del gas que ha de ser entonces de por lo menos



258021

30 kg/cm<sup>2</sup>; estos datos corresponden a un grosor de magnesio del orden de uno a dos milímetros; habiendo venido a aplicarse la capa interna 3 sobre el combustible, toda la funda desempeña entonces normalmente su misión de transmisión de calor y se puede emplear a refrigerar el gas carbónico en los cambiadores del reactor que puede funcionar encontrar a toda potencia.

Se puede utilizar de la misma manera una funda de aluminio, pero los datos numéricos anteriores se modifican entonces.

La figura 3 muestra las capas externas e interna, respectivamente 7 y 8, de la funda de un segundo elemento cuyo combustible se representa en 9; la capa externa, del tipo de aletas longitudinales, es por ejemplo de aluminio; la capa 8 está constituida, por ejemplo, por una chapa de aluminio que comprende tres aletas estrechas longitudinales 10, 11, 12 formadas por pliegues de esta chapa; el grosor de la chapa es de una décima de milímetro, el detalle de una de estas aletas está representado en la figura 4; cuando el combustible 9 se dilata, la superficie interior de éste se separa de la posición incidente de la capa interna; el paso del fluido de refrigeración, comprimido en la zona central 13 del elemento, tiene por efecto separar elásticamente las zonas 14 y 15 de la aleta 10 y, por consiguiente, aumentar el diámetro de la capa interna; esta puede permanecer así en contacto permanente con el combustible mientras el fluido de refrigeración circula a una presión suficiente, en el canal del reactor nuclear en el cual está dispuesto el elemento combustible.



Se ve en las figuras 5 y 6 el combustible 16 y las capas externa e interna, respectivamente 17 y 18, de un tercer elemento combustible; la totalidad de la funda es de magnesio; el perfil especial de la capa interna ha sido obtenido por estirado; su grosor, en las zonas desprovistas de aletas, es de 1,5 milímetros. Cada aleta, tal como 19, tiene una hendidura longitudinal 20 y un canal longitudinal 21, de diámetro muy pequeño, que comunica con esta hendidura; el canal 21 ha sido obtenido en el curso del estirado y la hendidura 20 ha sido hecha con ayuda de una sierra; el enfundado del elemento combustible se efectúa de la misma manera que en el ejemplo anterior, estando la capa interna 18 constantemente aplicada sobre el combustible por la presión del fluido de refrigeración; la deformación elástica es hecha posible por la apertura de las dos ramas de las aletas; el canal 21 tiene por objeto evitar la existencia de un principio de rotura en la unión de las ramas de la aleta.

Esta estructura permite combinar las posibilidades de deformación elástica de la capa interna de la funda y de utilización de una materia que absorba poco los neutrones, para constituir la funda.

La altura de las aletas 10, 11, 12 (figuras 2 y 3), medida radialmente con relación al elemento combustible, es de diez milímetros; la anchura total de la aleta 19 (figura 6) en su base es de cinco milímetros, siendo la anchura de la hendidura 20 en este lugar de 0,5 milímetros; el diámetro del canal 21 es de 0,5 a 1 milímetro. Estos datos numéricos corresponden a las condiciones de puesta en servicio de los elementos combustibles (bajo



258021

presión y caliente).

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Francia, el 13 de Mayo de 1.959, bajo el número PV.794.568, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

10 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

15 1ª. - Mejoras introducidas en la fabricación de fundas para elementos combustibles cilíndricos huecos, rodeados por una funda que comprende una capa interna y una capa externa, y utilizados en un reactor nuclear refrigerado por un fluido a presión, caracterizadas porque se realiza la aplicación de la capa interna sobre el combustible por deformación mecánica en caliente de la materia que constituye la funda por medio de la presión del fluido de refrigeración.

25 2ª. - Mejoras según la reivindicación 1, según las cuales esta deformación es una deformación plástica que se hace comenzar posteriormente a la dilatación térmica del combustible, estando constituida la capa interna por un metal que se presta a esta deformación a partir de una cierta temperatura y a la presión conveniente.

30 3ª. - Mejoras según el punto 1ª, según las cuales esta deformación es una deformación elástica que se hace



comenzar mientras tiene lugar la dilatación térmica del combustible y que aplica constantemente la capa interna de la funda contra éste mientras el fluido de refrigeración circula, a una presión suficiente, a lo largo del elemento.

5

4º. - Mejoras introducidas en la fabricación de fundas para elementos combustibles nucleares, que comprenden una capa interna sustancialmente cilíndrica y una capa externa sustancialmente cilíndrica, caracterizadas porque dicha capa interna presenta aletas estrechas longitudinales dirigidas hacia el eje central de la funda, siendo el interior de cada aleta hueco para permitir la deformación elástica de la capa interna y su aplicación sobre el combustible.

10

5º. - Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque dichas aletas están constituidas por pliegues en dicha capa interna.

15

6º. - Mejoras según la reivindicación 5, caracterizadas porque los pliegues de dicha capa interna están constituidos por ondulaciones de esta capa, obtenidas en el curso de su fabricación.

20

7º. - Mejoras según la reivindicación 4, según las cuales la capa interna es obtenida por estirado, con protuberancias periféricas longitudinales, siendo obtenidos los pliegues ulteriormente al estirado, por aserrado centrípeto parcial de estas protuberancias.

25

8º. - Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque dichas fundas se hacen de magnesio.

9º. - Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque dichas fundas se constituyen de chapa del-

30



258021

gada de acero inoxidable.

10º. - Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque dichas fundas se hanen de aluminio,

5 11º. - Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque dicha capa externa está provista igualmente de aletas.

12º. - Mejoras introducidas en la fabricación de - fundas para elementos combustibles cilindricos huecos para reactores nucleares.

10 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

15

Madrid, 1957

P. A.



Fig.1

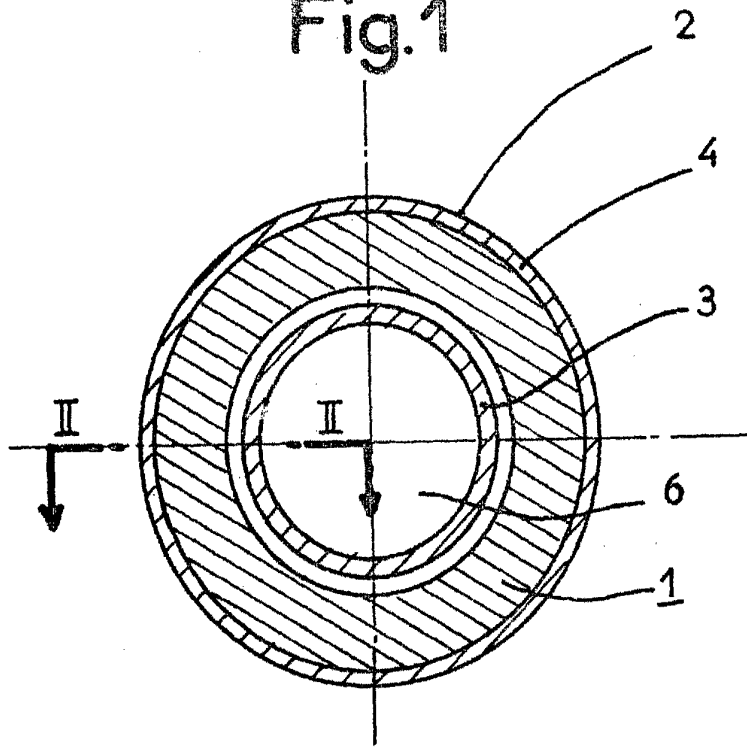
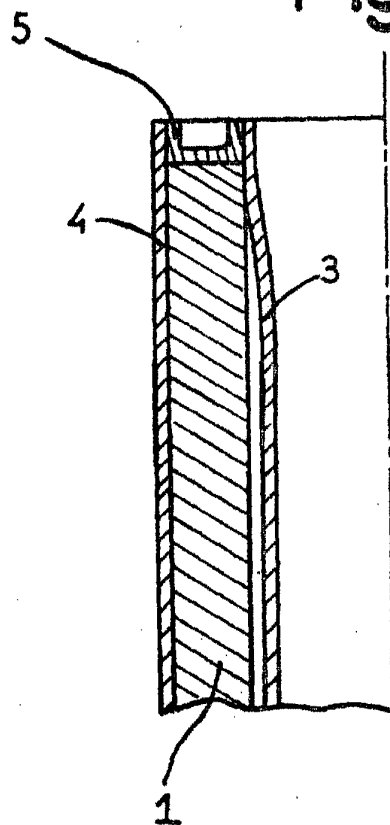


Fig.2



258021

*Carte*

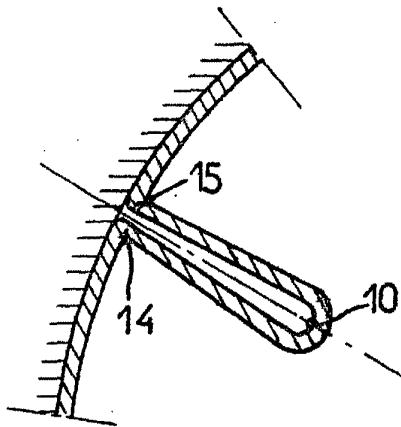


Fig. 4

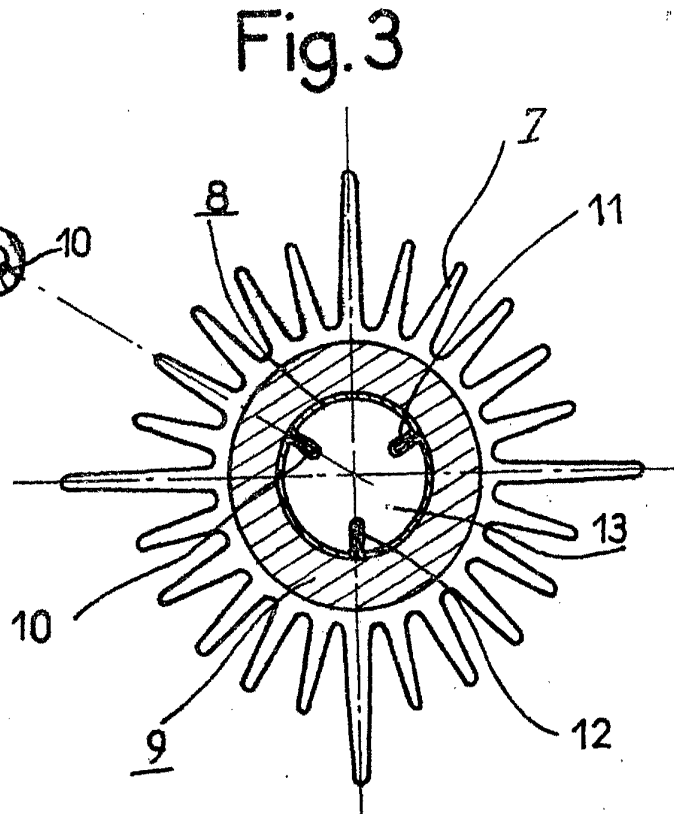


Fig. 3

258021

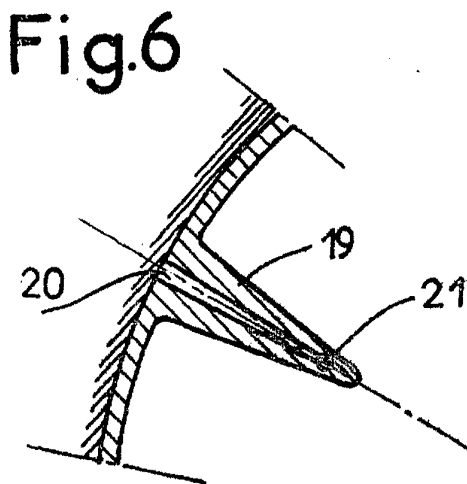


Fig. 6

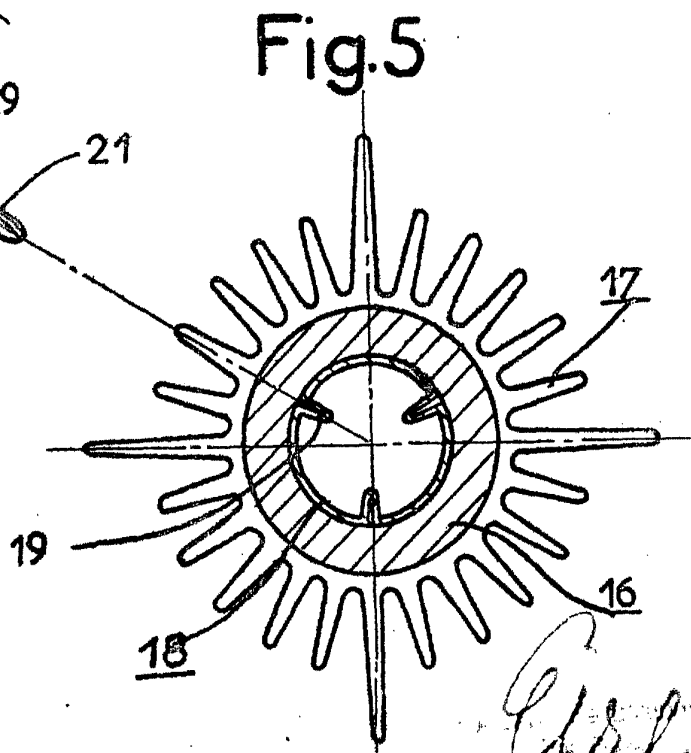


Fig. 5

*Arts*