



PATENTE DE INVENCIÓN

B. 869.3

**307275**

## *Memoria Descriptiva*

*sobre*

" Perfeccionamientos en la construcción de  
elementos combustibles para reactores nucleares."

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,  
residente en: 29, rue de la Fédération, Paris XV<sup>e</sup>,  
(Seine), Francia.

El presente invento se refiere a un elemento  
combustible para reactor nuclear enfriado en fase ga-  
seosa.

Más particularmente, concierne, entre tales  
5. elementos combustibles, a aquellos corrientemente de-

- 2 -  
307275



8 DIC.

- signados bajo el nombre de "elementos racimo" en los cuales existen barras de combustibles enfundadas, llamadas "lápices" ensambladas paralelamente entre sí en racimos, y mantenidas conforme a esta geometría definida por elementos de estructura que tienen igualmente como finalidad el asegurar la resistencia de estos elementos combustibles a cierto número de cargas mecánicas y térmicas, y permitir sus movimientos en los canales del reactor por medio de dispositivos de unión y de enganche para las operaciones de carga y de descarga.
- 5.
10. Más particularmente aún se refiere a los elementos combustibles en los que, para limitar las cargas a que están sometidos, sólo se sujetan por uno de sus extremos los "lápices" a una reja de unión, quedando el otro extremo libre para deslizarse, siendo las fundas, por razones neutrónicas, lo más delgadas posible, y recayendo así los esfuerzos mecánicos sobre elementos de estructura rígidos.
- 15.
20. La preocupación de extraer más calor de un elemento combustible para aumentar el rendimiento energético conduce naturalmente a aumentar al máximo la superficie expuesta al enfriamiento por el fluido caloportador. Los elementos combustibles arracimados formados de una reunión de "lápices" combustibles yuxtapuestos son un ejemplo de esto. Si se considera que los "lápices" son idénticos, los racimos más concentrados, contruidos con coronas sucesivas, comprenderán 7, 19, etc...
25. "lápices".
30. Sin embargo, cuando se quieren reunir al máximo características satisfactorias, es posible esforzar

- 3 -  
307275



se en respetar cierto número de condiciones que pueden variar, por otra parte, en importancia según la naturaleza de los flúidos de enfriamiento: agua a presión, agua hirviente, ó gas a presión. Un elemento racimo es

5. tá formado por un conjunto de "lápices" elementales y este conjunto ensamblado se halla sometido a cierto número de cargas mecánicas que provienen del paso del combustible por el canal, de las fuerzas debidas a las pérdidas de carga, de los esfuerzos de frotación del flúido,

10. de las vibraciones, de las cargas de origen térmico, y de los efectos de radiación debidos a los productos de fisión.

Se requiere evidentemente que el elemento combustible resista a estas diversas sollicitaciones durante todo el período invertido por la combustión prevista, al tiempo que conserva una absorción neutrónica lo más débil posible. Desde el punto de vista neutrónico, es preferible por una parte utilizar "lápices" elementales que sean lo más largos posible a fin de reducir por canal la

15. masa de material de estructura utilizada para la realización de los extremos (obturadores, rejas de montaje) y, por otra parte, de disponer, quedando invariables los demás aspectos, del máximo de materia fisible.

20.

No obstante, para lograr características interesantes, hay que suministrar el máximo de calorías por unidad de volumen de combustible, lo que supone muy fuertes gradientes térmicos en el interior de éste y una buena eficacia del flúido de enfriamiento. Esto lleva consigo una inestabilidad térmica del "lápiz." Si se curva

25. ligeramente, el paso dejado al flúido de enfriamiento se

30.

307275



reduce, la membrana externa más larga es la que menos se enfría, y el fenómeno se acelera en temperatura y deformaciones con fusión local de la funda.

5. Por otra parte, principalmente en lo que respecta a la utilización de los elementos combustibles-racimo en los reactores que comprenden tubos de fuerza, es indispensable prever un aislamiento térmico cuya función es permitir el trabajo a baja temperatura de los materiales de estructura y obtener rendimientos térmicos y eléctricos interesantes. Este aislamiento térmico protege el tubo de fuerza. Se han hallado numerosas dificultades para la realización de estos aislantes térmicos cuya duración de vida debe ser próxima a la del tubo de fuerza.
10. El invento tiene como fin sobre todo hacer que los elementos combustibles descritos más arriba sean tales que respondan mejor que hasta hoy a las diversas exigencias de la práctica, particularmente en cuanto permitan reducir al mínimo el volumen ocupado, la absorción neutrónica, así como los flujos integrados para el aislamiento térmico.
15. Consiste principalmente en un elemento combustible para reactor nuclear enfriado en fase gaseosa, en el cual van ensambladas unas barras de combustible enfundadas, paralelamente entre sí, para formar un racimo, y quedan mantenidas conforme a esta geometría por medio de elementos de estructura que comprenden por lo menos una reja de unión o montaje y una camisa exterior, caracterizado por el hecho de que dicha camisa exterior comprende un aislante térmico eventualmente ajustado con un
- 20.
- 25.
- 30.

307275



material que absorbe las vibraciones.

Consiste además, aparte de esta disposición principal, en ciertas otras disposiciones que se utilizan de preferencia al mismo tiempo, particularmente:

5. - el aislante térmico es sílice,
- el aislante térmico es alúmina expandida,
- el aislante térmico es espuma de carburo de silicio,
- el aislante térmico es fibra de sílice eventualmente revestida de chapa delgada,
10. - el material que absorbe las vibraciones es fieltro de grafito.

Y se comprenderá mejor de todos modos, con ayuda del complemento de descripción que sigue y de los planos que se acompañan, complemento y planos que se dan tan solo, bien entendido, a título indicativo y en modo alguno limitativo.

15. En los planos anexos:
  - La fig. 1 es una vista en perspectiva diagonal, con corte parcial, de un elemento combustible según el invento.
  - 20. - La fig. 2 es una vista en sección longitudinal a-a de la fig. 3 de un elemento combustible según el invento.
  - La fig. 3 es una vista según F de un elemento combustible conforme el invento.
  - 25. - La fig. 4 es una sección transversal b-b de la fig.2 de un elemento combustible según el invento.
  - La fig. 5 es una sección transversal c-c de la fig.2 de un elemento combustible según el invento.

30. Como se ve en la fig. 1, el elemento combustible según el invento está rodeado de un conjunto de mate-

307275



304

5. riales de estructura, que forman jaula de ardilla y comprende un conjunto de vástagos resistentes, tales como 2, una reja de montaje 4 sobre la cual se fijarán los "lápices" combustibles, unas coronas tales como 6 situadas a diferentes niveles, para evitar la ignición de los "lápices" al tiempo que se permite la libre dilatación de los mismos, existiendo una última corona tal como 7 en el otro extremo de elemento combustible para reemplazar a la segunda reja, y, finalmente, un material de relleno 8 transparente a los neutrones y mantenido en el conjunto de la jaula por unas gargantas tales como 10 y 12 previstas en el contorno de la reja 4 y de las coronas tales como 6.

15. Puede verse igualmente en la fig. 2 un vástago resistente tal como 2, la reja de extremo 4 provista de su garganta 10, una corona intermedia 6 provista de sus gargantas tales como 12, la corona de extremo 7, y el material de relleno aislante térmico 8 mantenido en las gargantas tales como 10 y 12. Se pueden prever entre estas gargantas y el material 8 unos elementos tales como 14, por ejemplo en fieltro de grafito, destinados a eliminar las vibraciones posibles. Los "lápices" de combustible tales como 16 constituidos por un combustible 18 rodeado de una funda o revestimiento 20, presentan unos tetones de extremo tales como 22 que vienen a situarse en los alojamientos tales como 24 de la reja de extremo 4.

25. Los "lápices" de combustible 16 se mantienen en los alojamientos de los tirantes 6 y 7 en cuyo interior se deslizan libremente.

30.



307275

Puede verse, pues, que los "lápices" 16 no se hallan fijados más que por unos puntos de soldadura entre sus tetones 22 y la reja de montaje 4.

5. Se ve, por otra parte, claramente en la fig. 3 la disposición de esta reja 4, con sus alojamientos tales como 24 en los que se sitúan los tetones tales como 22 de los "lápices" 16, y se han representado igualmente en líneas punteadas los vástagos resistentes tales como 2 y el material aislante 8.
10. En la fig. 4, que es una sección transversal a un nivel en el que no hay ni reja ni tirante, se ve solamente el combustible 18, su enfundadura 20, los vástagos resistentes tales como 2 y el material aislante 8.
15. Finalmente, en la fig. 5, que es una sección al nivel de un tirante 6, se ve la configuración de este tirante, la forma de las gargantas 12 que lleva su corona exterior, así como los vástagos resistentes tales como 2.
20. En un ejemplo particular de realización de un elemento combustible con arreglo al invento que vamos a describir con referencia al conjunto de las figuras, los elementos de relleno tales como 8 en material aislante térmico pueden estar constituidos por sílice, por alúmina expandida, espuma de carburo de silicio cuya conductividad térmica es de  $23,10^{-4}$  cal/seg.cm. $^{\circ}$ C, ó también fibra de sílice que puede revestirse con chapa fina. Siempre en este ejemplo, los vástagos resistentes tales como 2 pueden ser de berilio; la reja 4, las coronas tales como 6 y la corona 7 pueden ser de acero inoxidable que puede soldarse al berilio. Los elementos de ajuste tales
- 25.
- 30.

307275



como 14 pueden ser de fieltro de grafito. Los elementos aislantes 8 se mantienen en las gargantas tales como 10 y 12 de la reja 4 y de las coronas 6 y 7 y pueden situarse en su lugar correspondiente antes de la soldadura de los elementos de berilio. Sobre las coronas 6 y 7 vienen<sup>a</sup> apoyarse los tirantes tales como 26 de los "lápices" externos.

La realización de un elemento combustible conforme al ejemplo descrito se efectúa como sigue:

10. - se fabrica en primer lugar una "jaula" de ardilla disponiendo sobre los vástagos tales como 2 sucesivamente una corona tal como 7, el relleno por elementos tales como 8, una corona tal como 6, un nuevo relleno por elementos tales como 8, etc..... y, finalmente,
15. la reja superior 4; a continuación, se realiza el montaje del conjunto mediante soldadura directa al vacío de la reja 4, y de las coronas 6 y 7 sobre los vástagos 2.
- se acopla la "jaula" de ardilla así fabricada sobre
20. un haz previamente dispuesto formado por unos lápices tales como 16, insertándose los tetones tales como 22 de estos "lápices" en los alojamientos tales como 24 de la reja de extremo 4,
- se fijan finalmente los tetones 22 en los alojamientos
25. 24 por puntos de soldadura.

Quede bien entendido, como por otra parte lo evidencia cuanto antecede, que el presente invento no se limita en modo alguno al ejemplo de realización descrito y representado; por el contrario comprende todas las variantes y particularmente las que presentan un número cual

307275



quiera de vástagos tales como 2, de elementos aislantes tales como 8, "lápices" tales como 16, y coronas intermedias tales como 6.

N O T A

5.

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

10.

en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Francia, con el N° PV. 957.629 y fecha 18 de diciembre de 1963, acogiéndose por lo tanto,

15.

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: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA REACTORES NUCLEARES"; caracterizándose por lo siguiente:

20.

1. Perfeccionamientos en la construcción de elementos combustibles para reactores nucleares, enfriado en fase gaseosa, en el cual se ensamblan barras de combustibles enfundadas, paralelamente entre sí para formar un racimo, y se mantienen según esta geometría por medio

25.

de elementos de estructura, elementos de estructura que comprenden por lo menos una reja de montaje y una camisa exterior, caracterizado por el hecho de que dicha camisa exterior comprende un aislante térmico eventualmente ajustado con un material que absorbe las vibraciones.

30.

2. Perfeccionamientos según reivindicación 1,

18 D



307275

caracterizado por el hecho de que el aislante térmico es sílice.

3. Perfeccionamientos según reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el aislante térmico es alúmina expandida.
5. 4. Perfeccionamientos según reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el aislante térmico es espuma de carburo de silicio.
10. 5. Perfeccionamientos según reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el aislante térmico es fibra de sílice eventualmente revestida de chapa delgada.
6. Perfeccionamientos según reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el material que absorbe las vibraciones es fieltro de grafito.
15. 7. Perfeccionamientos en la construcción de elementos combustibles para reactores nucleares, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria é ilustrado en adjuntos dibujos.

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

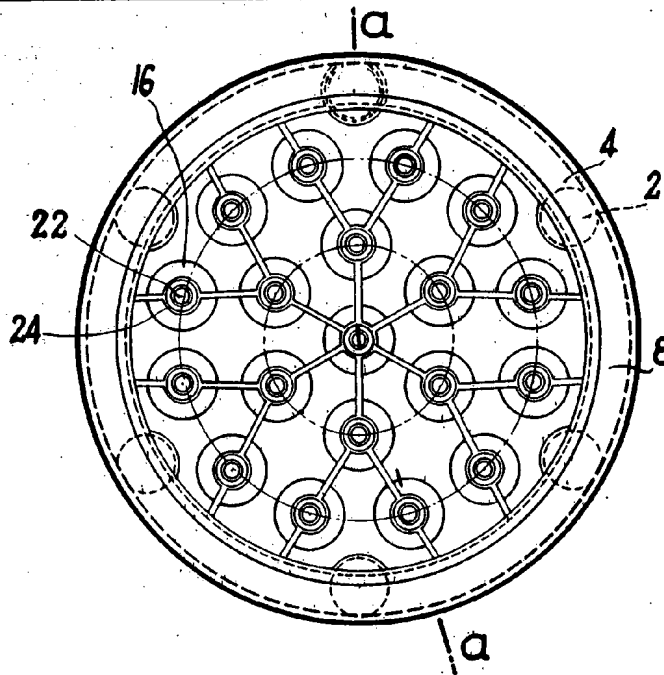
Madrid,

18 DIC. 1954

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

J. GÓMEZ ACEBO Y MÓDER





ESCALA VARIABLE

FIG. 3

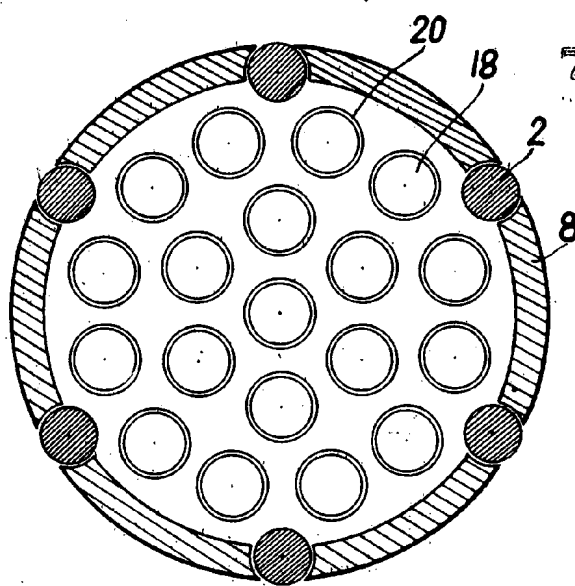


FIG. 4

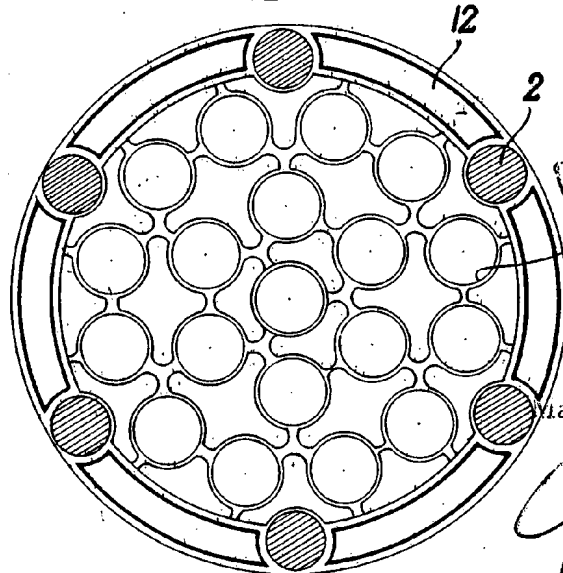


FIG. 5

J. GOMEZ ACEBO Y MORA