

PATENTE DE INVENCION

B. 2111.3.

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en unidades combustibles"

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
unidad combustible para reactor nuclear y más parti-
cularmente para reactor de neutrones rápidos enfria-
dos por circulación vertical de un metal fundido a
través del núcleo.

5.

- Una unidad combustible nuclear para reactor de neutrones rápidos consiste generalmente en por lo menos un haz de agujas constituidas cada una por una barra de material fisible o fértil contenido en una vaina estanca y dispuesta en una caja tubular constitutiva de un circuito de circulación del metal fundido, estando ligadas dichas agujas a la caja por uno de sus extremos. El término "barra" debe interpretarse como significativo ya sea de una pieza maciza, ya sea (lo cual es el caso más frecuente) un aplanchamiento de pastillas de pequeña dimensión. Se han descrito unidades de este tipo en numerosos documentos anteriores a los que se podrá hacer referencia: Por ejemplo, la patente francesa 1.291.633 del organismo solicitante describe una unidad constitutiva de tres haces superpuestos de agujas dispuestas en una caja de sección recta hexagonal. Esta caja está constituida por una envoltura tubular provista en su parte superior de una cabeza de manipulación y en su parte inferior de un pie destinado a ajustarse en un bastidor que soporta el conjunto de las unidades. Las agujas que componen un haz están dispuestas según un haz hexagonal centrado y cada haz está sustentado por una reja o unos carriles fijados al pie por lo que respecta al haz inferior, y a la envoltura por lo que se refiere a los otros dos.
5. El haz central de agujas contiene material fisible y los dos haces externos de agujas contienen material fértil o constituyen una protección neutrónica. Según una variante representada y descrita en las páginas 84-86 del número de julio-agosto 1965 del "Boletín de Informaciones Científicas y Técnicas" (Dunod-Paris) el montaje comprende
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

igualmente un obturador de protección neutrónica superior que se añade a los tres haces de agujas. Según otra variante de realización, el material fisible y el material fértil que constituye las cubiertas axiales superior e inferior están integrados en un solo haz constitutivo de agujas de gran longitud.

Las disposiciones descritas más arriba son generalmente satisfactorias, pero presentan algunos inconvenientes. Por una parte, salvo en las unidades combustibles provistas de respiraderos, las agujas contentivas de material fisible comprenden una vaina que delimita, más allá de una parte ocupada por este material (apilamiento de pastillas de óxido en general) una cámara de expansión destinada a recoger los gases de fisión. La longitud de esta cámara puede ser del mismo orden que la ocupada por el combustible. Ahora bien, la mayor parte de la pérdida de carga sufrida por el refrigerante en una unidad combustible del tipo antedicho, se produce durante el paso a través del haz central de agujas, de menor diámetro que el de las agujas pertenecientes a los haces superior e inferior. La cámara de expansión, cuya longitud es aproximadamente la mitad de la de la aguja, es, pues, responsable de una parte notable (la tercera aproximadamente en el caso de una unidad de tres haces superpuestos) de la pérdida de carga total sufrida por el refrigerante en la unidad. En otros términos, como la altura de inyección de las bombas de circulación del refrigerante del reactor se utiliza en su mayor parte para vencer la pérdida de carga al paso por las unidades combustibles, la cámara de expansión necesita ella sola la cuarta parte aproximadamente de

5.

10.

15.

20.

25.

30.

esta altura de inyección mientras que la ausencia de liberación de calor a este nivel hace inútil el paso del mismo caudal de refrigerante solamente a la altura del material fisible.

5. Por otra parte, existe otro inconveniente, que presentan igualmente las unidades llamadas "fértils", que comprenden un solo haz de agujas de gran longitud cargadas de material fértil: el montaje de los haces de agujas en la caja es delicado y exige tolerancias suficientes, como esta caja ha de asegurar la rigidez de conjunto, la envoltura debe presentar un espesor notable y su coste es relativamente elevado.

10. La presente invención se propone la realización de una unidad combustible que responde mejor que las unidades anteriores a las exigencias de la práctica, principalmente porque palia ó, al menos, atenúa los inconvenientes antedichos.

15. Con tal fin, la unidad combustible según la invención, del tipo que comprende cuando menos un haz de agujas provistas de cámaras de expansión y dispuestas en una caja tubular constitutiva de un circuito de circulación del refrigerante, se caracteriza principalmente porque la caja comprende una estructura-soporte tubular central provista en un extremo de un pie y en el otro extremo de una cabeza de presión, que sustenta las agujas y constituye un conducto axial de derivación que corto-circuita el espacio comprendido entre las cámaras de expansión.

20. En una forma de realización preferida del invento, la caja comprende una envoltura delgada dispuesta en

25.
30.

torno al haz de agujas o a los haces de agujas, en estrecho contacto con las agujas externas de estos haces, y que separa de manera sensible y estanca el haz de agujas de los haces de las unidades adyacentes. Esta envoltura no tiene más que una misión, la de formar tabique canalizador del flujo, con exclusión de toda función de soporte, ya que ésta se halla confiada a la estructura soporte tubular.

Describiremos a continuación una unidad constructible según el invento, a título de ejemplo no limitativo, con referencia al plano adjunto, en el cual:

Las figuras 1 y 2, son vistas en alzado de la parte superior y de la parte inferior de una unidad, representadas en sección según un plano que pasa por el eje;

La figura 3, es una vista en sección siguiendo la línea III-III de la figura 1.

La unidad A representada en las figuras 1 y 2 comprende una caja que contiene un haz medio 10 de agujas cargadas en material fisible, encuadrado en el sentido vertical por un haz superior 12 y un haz inferior 14 de agujas cargadas en material fértil ó en material absorbente. La rigidez de la caja y la solidarización de los diferentes constituyentes del montaje quedan aseguradas por una estructura tubular 16 cuyo extremo inferior va fijado a un pie macizo 18 provisto de aberturas 20 de entrada del refrigerante. En torno a la parte superior de la estructura tubular 16 va dispuesta una placa anular 22, fijada por soldadura por ejemplo. El extremo de la estructura tubular 16 está provisto de una protuberancia 24 destinada a ofrecer una presa a una grapa de manipulación.

En la forma de realización representada en las figuras, la estructura tubular se reduce a un simple tubo que delimita un conducto central cilíndrico 26 que prolonga el conducto 28 de admisión en el pie y que comunica con las aberturas 20 de entrada del refrigerante.

5.

Las agujas constitutivas de los dos haces inferior 14 y superior 12 van dispuestas según una red hexagonal centrada; sus extremos inferiores descansan respectivamente sobre unos carriles 30 fijados al pie 18 y sobre unos carriles 32 solidarios de una reja 34 que presenta aberturas de paso del refrigerante y que se halla fijada a la estructura tubular 16, por ejemplo mediante soldadura. Los extremos superiores van guiados simplemente por unos carriles montados respectivamente en una reja 35, similar a la reja 34, y por la placa 22.

10.

15.

Las agujas del haz medio 10, de menor diámetro que las de los haces superior e inferior 12 y 14, van igualmente ensambladas según una red hexagonal centrada y están sustentadas por unos carriles fijados a la reja 35. Para permitir la libre dilatación de las agujas, su parte superior va simplemente guiada por otros carriles solidarios de la reja 34. Cada una de estas agujas presenta una parte superior cargada de material fisible, que ocupa sensiblemente la mitad de la longitud de la cubierta, y una parte inferior constitutiva de la cámara de expansión. La vaina de cada aguja presenta, entre la parte cargada de material fisible y la cámara de expansión, un estrechamiento 36: los intervalos comprendidos entre estos estrechamientos constituyen un espacio colector 37 cuya misión se pondrá de manifiesto más tarde.

20.

25.

30.

El conjunto de los tres haces 12, 10 y 14 está contenido en una envoltura delgada 38, fijada al pie 18 y a la placa anular 22 y que asegura una separación (que no tiene generalmente necesidad de ser absolutamente estanca) entre estos haces y los haces de las unidades adyacentes.

5.

Esta envoltura se realiza ventajosamente conforme a la solicitud de patente francesa (n^o PV 86.218) del organismo solicitante.

Al nivel de las estrangulaciones 36 (fig. 2) o ligeramente por debajo, se han dispuesto una serie de aberturas 44 de salida del refrigerante, en la estructura tubular 16. El conducto central 28 está obturado, por encima de las estrangulaciones 36, por un obturador 42 que impide la subida del refrigerante. Finalmente, la estructura tubular 16 comprende además una serie de lumbreras de salida 46 de pequeña sección con respecto a las aberturas 44; éstas lumbreras 46 descubren en el espacio comprendido entre el pie y el extremo inferior del haz inferior 14 (fig. 2).

20.

En una forma de realización preferida del invento, la sección de paso ofrecida por el conducto central 26 de la estructura es del mismo orden que la sección total reservada en una unidad clásica anterior a los juegos entre haz y envoltura rígida; la sección recta de esta estructura puede ser del mismo orden que la reservada a la envoltura en una unidad clásica: en estas condiciones, el porcentaje de material fisiónable ó fértil permanece siendo sensiblemente el mismo que para las unidades clásicas.

25.

La circulación del refrigerante en tal unidad aparece en las figuras: el refrigerante que llega según

30.

las flechas f por las aberturas 20 sube a lo largo del con-
ducto 28. La mayor parte del caudal sube a través del con-
ducto 26 de la estructura central 16 y sale por las abertu-
ras 44 cortocircuitando el haz inferior 14 y la parte del
haz medio 10 consagrada a las cámaras de expansión. Una
fracción del caudal, que puede ser regulada por modifica-
ción de las dimensiones de las lunbreras 46, sale de la es-
tructura central 16 por debajo de los haces y riega al haz
inferior 14 y a las cámaras de expansión. El espacio cole-
ctor constituido por la yuxtaposición de los espacios resí-
duales entre los estrechamientos 36 permite una buena dis-
tribución del refrigerante y un enfriamiento homogéneo de
la parte cargada de material fisiónable de las agujas del
haz central 10. La totalidad del caudal riega esta parte
de las agujas del haz central 10 y el haz superior 12 an-
tes de escapar por las aberturas 48 dispuestas en la pla-
ca anular 22. Las rejillas intermedias 34 y 35 están provis-
tas de amplias aberturas para no imponer sino una pérdida
de carga reducida al refrigerante.

- 5.
- 10.
- 15.
20. Son posibles, naturalmente, diversas variantes
de realización: en particular, se pueden disponer las agu-
jas cargadas en material fisiónable con su cámara de expan-
sión dirigida hacia arriba. En este caso, circula el re-
frigerante en torno a la estructura central hasta el extre-
mo superior de la parte fisiónable de las agujas del haz
central, y después, en su mayor parte, por el interior de
la estructura 16 antes de volver a salir por el extremo
superior de la unidad.
- 25.

30. Resulta particularmente ventajoso el invento en
el caso de unidades de varios haces del tipo que se ha des-

crito, pero es igualmente aplicable a las unidades que comprenden un solo haz que agrupa al material fisible y al material fértil, y a las unidades de cobertura radial con puestas de un solo haz de agujas cargadas únicamente con material fértil.

5.

Como puede verse, en todos los casos las unidades según la invención presentan las ventajas que se pretenden. La mayor parte del caudal de refrigerante fluye, no en torno a las cámaras de expansión de las agujas fisibles y en torno a las agujas del haz inferior, sino por un conducto de fuerte sección: la pérdida de carga a estos niveles es, pues, muy reducida. La estructura tabular central reserva una zona vacía de agujas que puede utilizarse, por ejemplo, para recibir una barra de control, un dispositivo de medida, un dispositivo de bloqueo en posición del conjunto, unas agujas especiales, una cápsula de irradiación, etc... Si no se utiliza esta posibilidad, se puede derivar a la estructura central una parte del caudal que haya irrigado el haz central 10.

20.

Por otra parte, la utilización conjunta de una estructura tabular central 16 según la presente invención y de una envoltura 38 constituida por una banda arrollada en hélice suprime las dificultades de introducción de los haces en una caja que comprende una envoltura rígida, y

25.

reduce los riesgos de vibración: pueden disponerse las agujas sin holgura en torno a la estructura central y quedar sólidamente mantenidas sobre ésta por la envoltura exterior arrollada. La rigidez de la estructura portadora es evidentemente inferior a la de una envoltura exterior de

30.

una sola pieza, pero la flexibilidad relativa que de ella

se deriva puede favorecer en el caso, por ejemplo, de extracción de una unidad dañada entre las otras unidades ya plantadas sobre el estribo del reactor.

Quede bien entendido que aunque se ha representado a título de ejemplo una sola forma de realización del invento, las variantes de todas ó parte de las disposiciones descritas en el marco de las equivalencias mecánicas quedan protegidas por la presente patente.

N O T A

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 se refiere a una solicitud de patente presentada en Francia, con fecha 5 de diciembre de 1966, nº PV. 86.219, acogándose por lo 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 solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN UNIDADES COMBUSTIBLES"; caracterizándose por lo siguiente:

1.- Perfeccionamientos en unidades combustibles, que comprenden por lo menos un haz de agujas provistas de cámaras de expansión y dispuestas en una caja tubular constitutiva de un circuito de circulación del refrigerante, caracterizados porque se dotan estas unidades de una estructura-soporte tubular central provista en un extremo de un pie y en el otro extremo de una cabeza de presión, que sustenta las agujas y delimita un conducto axial de deri-

vación que cortocircuita el espacio comprendido entre las cámaras de expansión.

5.

2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque se prevé un haz central de agujas cargadas de material fisiónable, que incluyen una cámara de expansión, y dos haces extremos de agujas cargadas de material fértil, y porque el citado conducto axial cortocircuita las cámaras de expansión y el haz externo adyacente a las mismas.

10.

3.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque las vainas de las agujas del haz central presentan un estrechamiento entre la parte cargada de material fisiónable y la cámara de expansión.

15.

4.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 3, caracterizados porque el conducto de dicha estructura-soporte comunica con la entrada de refrigerante en el pie de la unidad y con un espacio colector delimitado por dichos estrechamientos, por unas aberturas de salida de refrigerante, y porque dicho tubo se obtura mediante un obturador por encima de dichas aberturas de salida.

20.

5.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 2, 3 ó 4, caracterizados porque dicho conducto comunica con un espacio situado bajo el haz inferior por unas lumbreras de pequeña sección.

25.

6.- Perfeccionamientos, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque el ó las haces de agujas se montan en carriles, rejas ó al pie, fijados a dicha estructura-soporte.

30.

7.- Perfeccionamientos en unidades combustibles; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Me

moria é ilustrado en el dibujo adjunto.

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

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.



