

405350

Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE ENSAMBLAJES
DE COMBUSTIBLE NUCLEAR.

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

Int. Cl.: <u>G 21C</u>

La presente invención tiene por objeto un ensam-
blaje de combustible nuclear del tipo corrientemente utili-
zado en los reactores de neutrones rápidos refrigerados
por circulación de sodio fundido, que comprenden al menos
5. un haz de agujas alargadas de combustible envainado dis-

- puestas paralelamente las unas a las otras según una red regular y una carcasa destinada a ser recorrida por el refrigerante del reactor y que contiene el haz. Todas las agujas que constituyen el mismo haz están retenidas al mismo nivel en el ensamblaje por medios que pueden ser una rejilla fijada a la carcasa, que comprende railes sobre los cuales se enfilan los tapones terminales de las agujas. La separación mínima de las agujas las unas con relación a las otras está determinada por tirantes enrollados en hélice de gran paso sobre las agujas. En general la carcasa es de sección recta hexagonal y las agujas de un mismo haz están dispuestas según una red triangular regular.
- 5.
- 10.

- Los ensamblajes de combustible de tipo anteriormente definido destinados a alcanzar grados de combustión elevados, del orden de 100.000 MWj/t, previstos para reactores actualmente en construcción o en proyecto, deben tener en cuenta el hinchamiento bajo irradiación de los materiales de estructura y principalmente de los materiales que constituyen la carcasa y la vaina de las agujas. En efecto, todos los materiales conocidos practicamente utilizables, en particular el acero inoxidable, se hinchan de una forma notable cuando el fluido sobrepasa un valor que es ampliamente alcanzado en estos reactores. El hinchamiento de las agujas y el hinchamiento diferencial de la carcasa y de las vainas de agujas tienen consecuencias muy perjudiciales: en particular el hinchamiento de las agujas tiende, una vez las agujas en contacto con sus tirantes, a dilatar radialmente el haz. Salvo si la carcasa se dilata de forma correspondiente, esfuerzos mecánicos entrañan el riesgo de aparecer debido al apoyo del haz contra la carcasa, apoyo que es neces-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

rio para evitar antes del hinchamiento vibraciones de las agujas y el corto-circuito de los sub-canales de circulación del refrigerante por el juego comprendido entre las agujas periféricas y la carcasa. Dicho corto-circuito tiende a refrigerar las agujas periféricas de forma excesiva y a darles una deformación en arco.

5.

La presente invención trata de proporcionar un ensamblaje de combustible nuclear que elimina o al menos reduce en una amplia medida los inconvenientes anteriormente citados.

10.

El ensamblaje de combustible nuclear según la invención, del tipo anteriormente definido, se caracteriza principalmente porque una estructura plana que comprende dos chapas paralelas se intercala entre las agujas periféricas y la carcasa, siendo susceptible la citada estructura de aplastarse sin romperse en caso de hinchamiento diferencial de las agujas y de la carcasa.

15.

La estructura plana puede estar provista sobre su superficie interna de prominencias longitudinales o de líneas de resaltes que mantienen en su sitio las agujas laterales, lo que permite utilizar agujas laterales desprovistas de tirantes en hélice. La estructura plana puede presentar igualmente una cara interna lisa, estando entonces provistas las agujas periféricas de tirantes en hélice.

20.

25.

En este último caso, es necesario evitar que el espacio comprendido entre las chapas constituya un corto-circuito para el refrigerante (la estructura debe estar abierta para que el refrigerante circule allí y para que las presiones se equilibren de una y otra parte de las chapas). Este resultado se alcanza proporcionando a una al menos

30.

de las chapas que constituyen la estructura plana, plisados que constituyen estrechamientos periódicos de la sección de paso del refrigerante y por tanto pérdida de carga singulares que pueden ajustarse de forma que el caudal sea proporcional a flujo térmico a evacuar.

5.

Una misma estructura plana puede estar prevista para cubrir el conjunto de las caras de la carcasa, pero es ventajoso utilizar paneles que revistan cada una de las caras de la carcasa, por tanto en número de seis cuando la carcasa es de sección hexagonal. Cada panel constituye una caja plana abierta en sus dos extremidades longitudinales, provista de perforaciones practicadas en las chapas que constituyen sus caras mayores.

10.

La invención será mejor comprendida por medio de la lectura de la descripción que sigue de ensamblaje de combustible para reactor de neutrones rápidos que constituyen modos de realización de la invención dados a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos que la acompañan, en los cuales :

15.

20.

- la figura 1 muestra muy esquemáticamente, en perspectiva, una fracción de un primer ensamblaje en el cual algunas de las agujas están representadas únicamente por su contorno indicado en trazos;

25.

- las figuras 2 y 3, similares a la figura 1, muestran ensamblajes que constituyen variantes de realización del primero.

30.

El ensamblaje de combustible nuclear cuya fracción está esquemáticamente ilustrada en la figura 1 presenta una constitución general clásica. Comprende un haz de agujas 10 de combustible nuclear (óxido de uranio y/o de plutonio en

general) revestido con una vaina de acero inoxidable. Las agujas 10 están dispuestas según una red triangular regular en una carcasa 12 de sección recta hexagonal que delimita un conducto de circulación del refrigerante (sodio fundido en general). Las agujas 10 están soportadas por una rejilla soporte (no visible en la figura 1) fijada en la carcasa 12. La separación mínima de las agujas del haz entre sí está determinada por un dispositivo de atirantado que comprende, sobre cada una de las agujas 10, excepción hecha de las agujas periféricas, un tirante 14 constituido por un hilo enrollado en hélice. Cada hilo 14 está fijado a los tapones de las agujas (no visibles en la figura 1) y la separación mínima entre dos agujas adyacentes corresponde a la puesta en contacto del hilo 14 de la aguja con la otra aguja contigua.

Entre las agujas periféricas 10 del haz y la carcasa 12 está interpuesta una estructura plana constituida por dos chapas paralelas. En el modo de realización ilustrado en la figura 1, la estructura está constituida por seis paneles que toman apoyo cada uno contra una cara interna de la carcasa 12 de sección hexagonal. Los paneles son retenidos por la rejilla (no representada) que soporta igualmente las agujas 10. Cada panel comprende una chapa externa 16 plana, en apoyo contra la cara correspondiente de la carcasa 12 y una chapa interna 18 unida a la precedente por lados estrechos 20. La chapa 18 está plisada con el fin de constituir prominencias longitudinales paralelas 22 que se insertan cada una entre dos de las agujas periféricas (representadas en trazos) desprovistas de tirantes y que mantienen las agujas periféricas las unas con relación a las otras.

En lugar de estar formadas por plisado de la chapa, las prominencias podrian estar constituidas por regletas superpuestas o incluso por otros medios diferentes, permaneciendo la chapa 18 entonces plana.

5. En las chapas 16 y 18 están horadados orificios 24 regularmente distribuidos, destinados a permitir al refrigerante circular entre el interior de la estructura plana y el espacio delimitado por esta estructura y ocupado por el haz de agujas. Se permite así a las presiones equilibrarse de una y otra parte de la chapa 18 y se evita la aparición de fuerzas que tienden a aplastarla contra la chapa 16.

10. En el modo de realización ilustrado en la figura 1, la sección recta de las prominencias longitudinales 22 es tal que el haz de agujas 10 se encuentra apretado en reposo: se evita así al máximo las vibraciones de las agujas. En contrapartida, hay comienzo de deformación de la chapa 18 a partir del momento en que se inicia un hinchamiento diferencial que tiende a aproximar las agujas a la carcasa 12. La chapa 18 debe entonces ser de un material que conserve bajo irradiación un grado de deformación antes de rotura particularmente elevado.

15. La estructura plana, estando abierta en sus dos extremidades, es recorrida por refrigerante y este refrigerante es calentado por el caudal térmico que atraviesa la chapa 18, en contacto con las agujas periféricas. El espesor del canal de refrigerante así constituido por la estructura plana se elige ventajosamente con un valor tal que el valor de refrigerante que le recorre sea proporcional al flujo térmico que recibe (en la medida en que este espesor es compatible con el juego a reservar para tener en cuenta el hin-
- 20.
- 25.
- 30.

chamiento diferencial). Practicamente, habrá que adoptar en general un espesor del canal de circulación entre las chapas del orden de 2 mm y utilizar chapas de algunas décimas de milímetro de espesor (3/10 mm por ejemplo).

5. El modo de realización ilustrado en la figura 2 (sobre la cual, para mayor simplicidad, los órganos que corresponden a los representados en la figura 1 llevan el mismo número de referencia afectado del índice a) se diferencia esencialmente del precedente porque las prominencias longitudinales están reemplazadas por resaltes 26 regularmente distribuidos a lo largo de líneas paralelas al eje del ensamblaje. Como las prominencias longitudinales 22 de la figura 1, los resaltes 26 de la figura 2 tienen una disposición y una forma tales que mantienen las agujas periféricas 10 a unas con relación a las otras.
- 10.
- 15.
- En el modo de realización ilustrado en la figura 3 (donde los órganos que corresponden a los representados ya en las figuras 1 ó 2 llevan el mismo número de referencia afectado del índice b) todas las agujas 10 b, comprendiendo las agujas periféricas, están provistas de tirantes 14b enrollados en hélice. La estructura plana está constituida también por seis paneles asociados cada uno a una cara de la carcasa 12b. La chapa interna 18b de cada panel es lisa y las agujas periféricas 10b están provistas de tirantes 14b constituidos por hilos en hélice que se apoyan sobre la chapa 18b.
- 20.
- 25.
- 30.
- La sección recta ofrecida al paso del refrigerante por el conducto de los sub-canales periféricos (sub-canales delimitados por las chapas 18b y las agujas periféricas) y el intervalo comprendido entre las dos chapas de la estruc-

- tura sería excesivo y conduciría a un desequilibrio entre la temperatura de salida de los filetes de refrigerante que circula por la parte central del haz y la de los filetes que recorren la parte periférica si no se tomaran medidas para disminuir el caudal de refrigerante en la estructura plana.
5. En el modo de realización de la figura 3, se disminuye el caudal de refrigerante en la estructura creando obstáculos sobre su trayecto. Estos obstáculos están constituidos por plisados transversales 28 de la chapa externa 16b.
10. La importancia y el número de estos plisados 28, que imponen estrechamientos y ensachamientos sucesivos a la sección de paso del refrigerante, son ventajosamente tales que el caudal periférico total (en la estructura y los subcanales periféricos) sea proporcional al flujo térmico que recibe.
15. No es indispensable que el ensamblaje esté provisto de una estructura plana aplastable sobre toda la longitud de las agujas, ya que el hinchamiento es marcado sobre todo allí donde la fluencia es más fuerte, es decir sobre la longitud ocupada por el material fisil. La estructura puede no estar constituida más que por dos chapas al nivel cargado en material fisil, y suprimirse así aguas arriba y aguas abajo (lo que reduce la pérdida de carga en zonas en las que el flujo térmico es menor, pero entraña el riesgo de conducir a vibraciones), bien reemplazada en estas zonas por una fracción maciza. Esta disposición es particularmente ventajosa cuando las agujas son "integradas" es decir cuando contienen además del material fisil, una columna de pastillas de material fertil.
- 20.
- 25.
30. La invención no se limita evidentemente a los modos

de realización que se han representado y descrito a título de ejemplo y debe entenderse que el alcance de la presente invención se extiende a las variantes que permanecen en el ámbito de las equivalencias.

5.

N O T A

10.

15.

20.

25.

30.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse 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 una solicitud de patente presentada en Francia con el nº EN 71 27810 de 29 de julio de 1971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE ENSAMBLAJES DE COMBUSTIBLE NUCLEAR; caracterizándose por lo siguiente:

1.- Perfeccionamientos en la construcción de ensamblajes de combustible nuclear, del tipo que comprende al menos un haz de agujas alargadas de combustible envainado dispuestas según una red regular en una carcasa que delimita un conducto recorrido por un fluido refrigerante, estando fijada la separación mínima entre cada aguja y las agujas adyacentes por tirantes en hélice portados por algunas de las agujas sobre la mayor parte al menos de su longitud, caracterizados porque comprenden disponer una estructura plana que comprende dos chapas paralelas, interpuestas entre las agujas periféricas del haz y la carcasa, susceptible de aplastarse progresivamente sin rotura bajo la presión de las

agujas en caso de hinchamiento diferencial del haz con relación a la carcasa.

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las agujas de un mismo haz y la estructura plana asociada al haz son retenidas por una rejilla fijada a la carcasa.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque una al menos de las chapas está provista de perforaciones regularmente distribuidas.

10. 4.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes que presenta una carcasa de sección poligonal, caracterizados porque la estructura plana comprende, para cada cara de la carcasa, paneles distintos constituidos cada uno por dos chapas paralelas enlazadas por lados estrechos.

15. 5.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque la estructura plana está provista en su cara interna de prominencias longitudinales o de líneas de resalte en saliente que mantienen en su sitio las agujas laterales del haz y porque las agujas laterales están desprovistas de tirantes.

20. 6.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque la estructura plana presenta una cara interna lisa y porque las agujas periféricas están provistas de tirantes.

25. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque comprenden disponer obstáculos interpuestos entre las dos chapas de la estructura plana para aumentar la pérdida de carga del refrigerante que recorre el espacio entre las dos chapas.

30.

5. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque los obstáculos están constituidos por plisados de una al menos de las chapas que constituyen la estructura plana, plisados que estrechan periódicamente la sección de paso del refrigerante.

9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7 u 8, caracterizados porque los obstáculos son tales que el caudal en el espacio entre las dos chapas es proporcional al flujo térmico recibido de las agujas periféricas adyacentes.

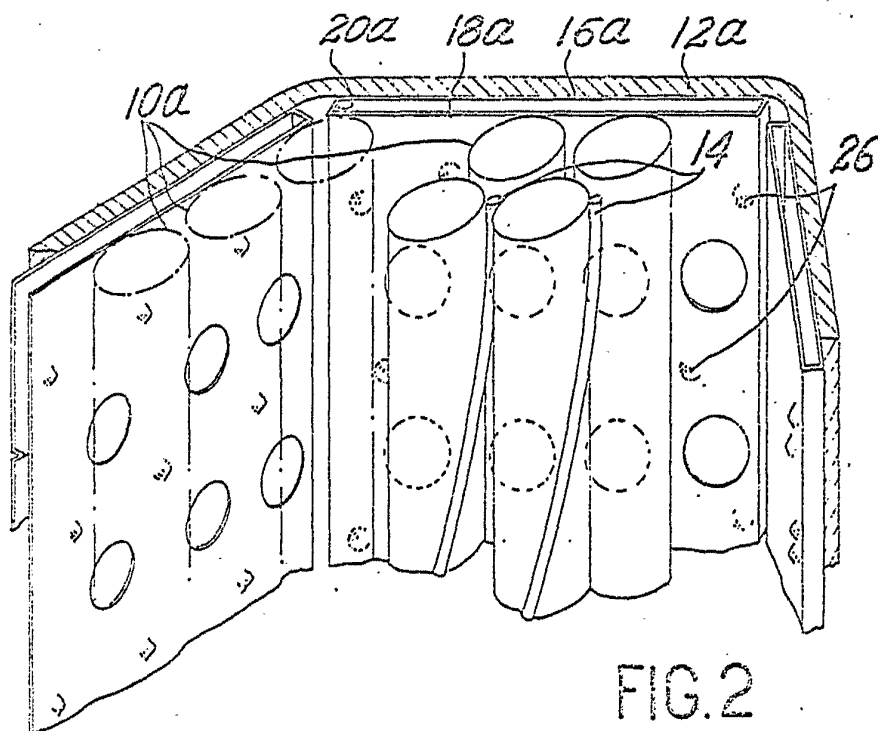
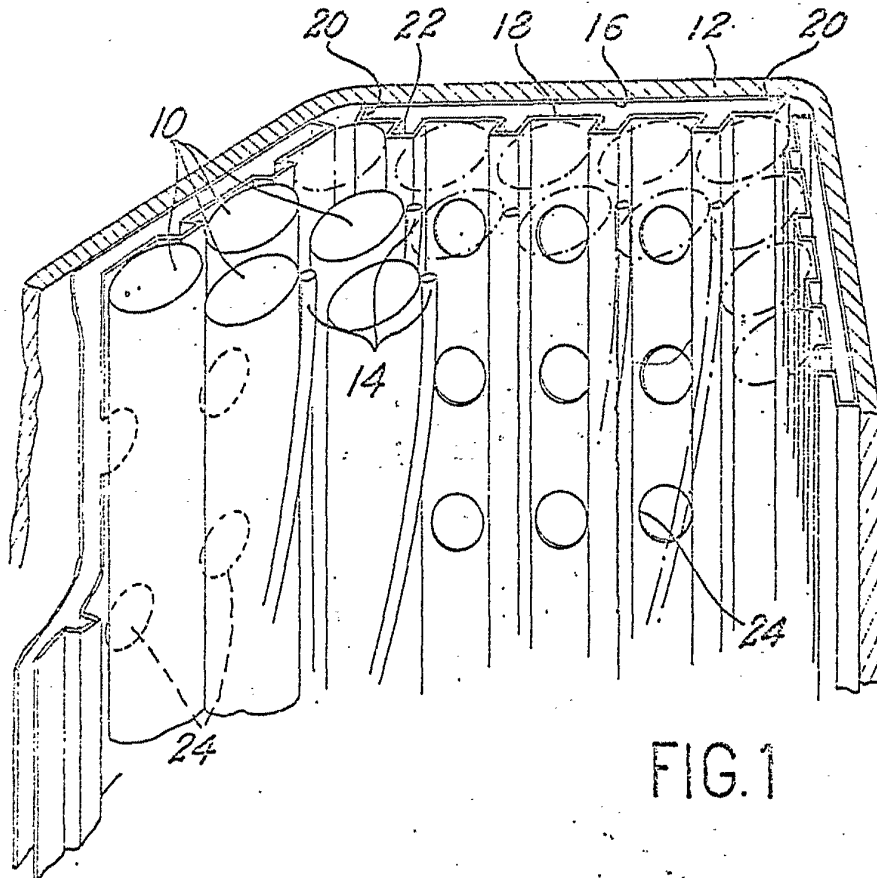
10. 10.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque la estructura plana se extiende únicamente sobre la fracción de la longitud del haz que está cargada con material fisil.

15. 11.- Perfeccionamientos en la construcción de ensamblajes de combustible nuclear, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 11 hojas escritas a máquina por una sola cara.

20. Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.



405350

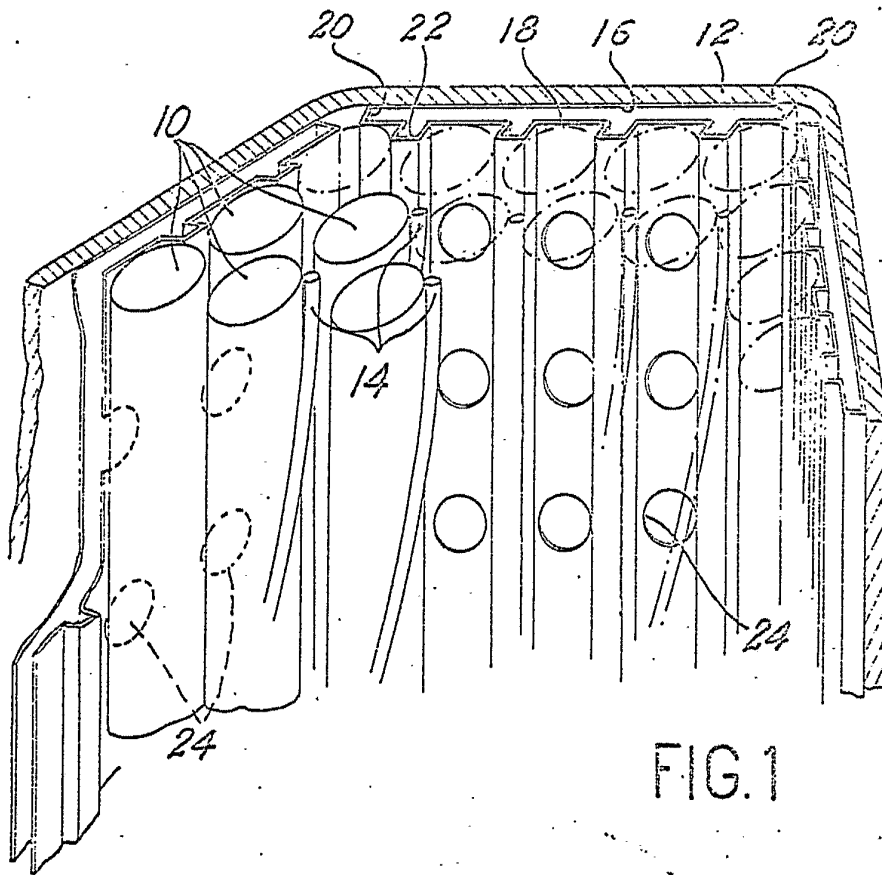


FIG. 1

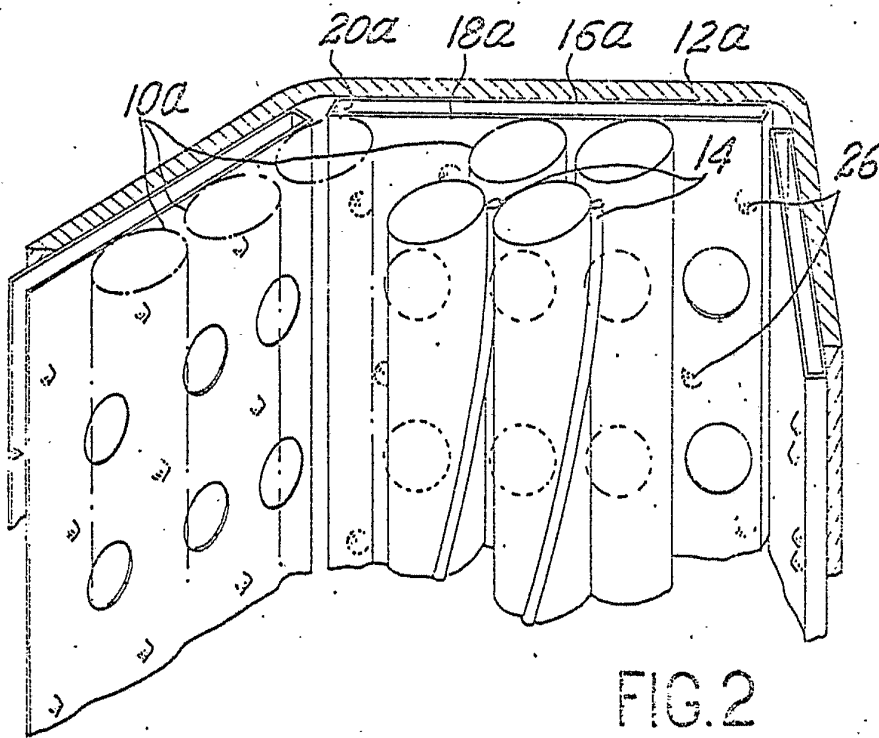


FIG. 2