



ESPAÑA

ES

442.187
FECHA DE PRESENTACION
29.10.75

Ⓐ1

PATENTE DE INVENCION

30) PRIORIDADES: 31) NUMERO 554.874	32) FECHA 3 de marzo de 1.975	33) PAIS EE.UU.de A.
---	----------------------------------	-------------------------

4) FECHA DE PUBLICIDAD	11) CLASIFICACION INTERNACIONAL C21C	12) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	---	---------------------------------------

6) TITULO DE LA INVENCION PERFECCIONAMIENTOS EN ESTRUCTURAS DE CELULA DE REJILLA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE REACTORES NUCLEARES.
--

7) SOLICITANTE (S) THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, entidad norteamericana.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 161 East 42nd Street, New York, N.Y.10017, EE.UU.de A.

72) INVENTOR (ES) FELIX STANLEY JABSEN, Ing.

73) TITULAR (ES)

74) REPRESENTANTE D. Jaime Gómez-Acebo y Modet.,

442187

Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en estructuras de célula de rejilla de elementos combustibles de reactores nucleares.

Solicitante: THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, entidad norteamericana, residente en 161 East 42nd Street, New York, N.Y.10017, EE. UU. de A.

La presente invención se refiere a perfeccionamientos relativos a estructuras de célula de rejilla de elementos combustible de reactor nuclear.

5. Para obtener energía útil en un reactor nuclear, es necesario acumular una cantidad suficiente de material fisio-

- nable, o combustible nuclear, en un volumen relativamente pequeño conocido como "núcleo del reactor". Por lo general el núcleo de un reactor comprende una serie de tubos metálicos de pared fina que encierran pastillas de dióxido de uranio, u otro material combustible nuclear apropiado. Estos tubos cargados con combustible se conocen frecuentemente con el nombre de "varillas de combustible". A efectos de manipulación del combustible y de la integridad estructural, grupos de estas varillas de combustible se montan juntas dentro del núcleo en elementos combustibles. Los dispositivos de montaje de los elementos combustibles sujetan cada una de las varillas y las mantienen en una posición relativa apropiada. Estos elementos de sujeción mantienen una separación entre las varillas de combustible que permite que fluya agua a presión, o cualquier otro fluido apropiado, a través del núcleo del reactor y absorba el calor de las varillas.

El calor absorbido, lógicamente, se convierte posteriormente en trabajo útil.

- Después de un año o más de generación de energía, se agota una cantidad suficiente del combustible nuclear que hay dentro de las varillas de manera que se justifica la retirada de algunos de los elementos de combustible "agotado" del núcleo y la sustitución por otros elementos combustibles nuevos.

- Lógicamente, es importante que los elementos combustibles de esta "recarga del núcleo" incorporen los adelantos y perfeccionamientos técnicos más reciente, aunque sin dejar de responder a las propiedades nucleares, térmicas e hidráulicas de los elementos combustibles anteriores que deben ser sustituidos. Este problema se agrava aún más por la posibilidad de que el proveedor de "recarga para núcleo" no representa necesaria-

mente la misma fuente que el fabricante que produjo los elementos combustibles que van a ser sustituidos. En estas circunstancias, las dificultades de responder a las características operacionales de los elementos combustibles que se basan en principios de diseño totalmente diferentes se hacen aun más graves.

5.

Por otra parte, existe la necesidad de asegurar en todo momento la integridad estructural de los elementos combustibles. Para proporcionar una respuesta satisfactoria a los problemas planteados por la necesidad de una potencia adecuada

10.

en los elementos combustibles, se han tomado una serie de direcciones. En muchos casos, las varillas combustibles de un elemento combustible determinado se alojan dentro de rejillas de elementos combustibles dispuestos transversalmente. Frecuentemente estas rejillas están formadas por una serie de chapas planas entrecruzadas y mutuamente perpendiculares, que forman células individuales. Dentro de estas células es donde se reciben las varillas de combustible. Unos rebordes que sobresalen de las chapas sujetan las superficies adyacentes de las varillas de combustible y soportan las varillas contra las

15.

fuerzas generadas hidráulica y térmicamente a las que están sometidas las varillas de combustible.

20.

La resistencia exigida a una rejilla de elemento de combustible en estas circunstancias debe ser equilibrada contra la necesidad de mantener en un mínimo absoluto todos los materiales situados en el núcleo del reactor que no contribuyen directamente al proceso de fisión. Este último requisito se basa en la consideración lógica de que la probabilidad de que se generen residuos indeseables en el núcleo del reactor depende en cierto modo de la masa de material que se encuentra dentro del

25.

núcleo.

30.

- Otra razón, algo más sutil, para reducir el material estructural del núcleo es el efecto parasítico que imponen estos materiales en la población de neutrones del reactor. A este respecto, los neutrones, emitidos a partir de un núcleo de uranio en fisión, son absorbidos en otros núcleos de uranio haciendo que estos núcleos, a su vez, se fisionen, liberando de ese modo energía y otros neutrones. Estas sucesivas generaciones de neutrones son las que continúan propagando el proceso de fisión. Evidentemente la conservación de los neutrones es importante para el funcionamiento económico del reactor porque los neutrones desperdiciados reflejan un material fisionable perdido, o combustible. Por lo tanto, los neutrones absorbidos en los materiales no fisionables del núcleo del reactor representan una pérdida y una ineficacia en el funcionamiento.
5. Consiguientemente, el proveedor de elementos combustibles y, especialmente, un proveedor que proporcione una recarga para núcleo de reactor, se encuentra con la tarea de resolver una serie de requisitos difíciles y esencialmente en conflicto entre sí. En estas circunstancias, las características hidrodinámicas de los elementos combustibles utilizados deben responder a las de las unidades de sustitución. Esta correspondencia, y particularmente las pérdidas de presión impuestas al refrigerante del reactor a través de los elementos de combustibles más antiguos son superiores que las pérdidas de presión, o "caída" inherente en el diseño de la rejilla de sustitución, debe obtenerse sin introducir materiales parasíticos absorbedores de neutrones o posibles fuentes de residuos en el núcleo del reactor. En cuanto a la resistencia de las rejillas, hay que observar también que la práctica de añadir un panel o un espesor adicional de metal a las porciones centrales de las
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- superficies de cada una de las células puede fallar realmente en el diseño debido a que el punto más débil de la estructura celular parece encontrarse en las esquinas que se forman por las placas que se entrecruzan. Estos paneles están sujetos a otro inconveniente adicional por el hecho de que parece que 5. disturban las condiciones de flujo del refrigerante local, en grado tal que producirían "puntos caliente" o pequeñas zonas de temperatura excepcionalmente elevada, debido al bloqueo del refrigerante. La posible existencia de estos "puntos calientes", y su posible efecto destructor, obliga a un diseño del reactor en el que se haga funcionar a un nivel de potencia sig- 10. nificativamente inferior al que podría utilizarse en ausencia de estas anomalías de temperatura local.

- En consecuencia, existe la necesidad de proporcionar un elemento combustible que no sea sólo fuerte, sino que tam- 15. bién pueda adaptarse para producir una pérdida predeterminada de presión del refrigerante sin aumentar la estructura parasiti- ca del núcleo del reactor.

- Estos y otros problemas que han caracterizado a la 20. técnica anterior, se eliminan, en gran medida, con la práctica de la invención. Así, por ejemplo, en las superficies de las chapas de la rejilla de los elementos combustibles se imprimen una o más ondulaciones transversales. Estas ondulaciones mejo- ran la resistencia física de las rejillas, produciendo de ese 25. modo una rejilla de resistencia equivalente con metal de cali- bre relativamente fino, o proporcionan una mayor resistencia a las chapas de rejilla del mismo espesor. Las ondulaciones, ade- más, establecen un deflector dentro de las células de la reji- 30. lla que produce una pérdida de presión del refrigerante sin el riesgo de que se desarrollen "puntos calientes". La pérdida

de presión específica que produce la estructura, por otra parte, puede seleccionarse a través de una elección apropiada del número y profundidad de ondulaciones en cada célula.

5. La invención permite que las características hidrodinámicas de un elemento de combustible de sustitución del núcleo del reactor se hagan corresponder con las características de cualquiera de una serie de elementos combustibles usados de diseño totalmente diferente. Por otra parte, esta correspondencia hidrodinámica se produce de manera que no introduzca ningún material parasitario adicional en el núcleo del reactor y fortalece realmente la estructura de la rejilla de los elementos combustibles para un espesor determinado de la chapa de la rejilla.

10. Las diversas características de novedad que caracterizan la invención se exponen más particularmente en las reivindicaciones adjuntas y que forman parte de la presente memoria. Para mejor comprender la invención, sus ventajas y los objetos específicos que se alcanzan con su uso, hacemos referencia a los dibujos adjuntos y a la materia descriptiva que se ilustra en los mismos, y que se refieren a una realización específica de la invención. En dichos dibujos:

15. La figura 1, es una vista frontal y en alzada de una parte de una chapa de rejilla para la estructura de célula de elementos combustibles que incorpora los principios de la invención.

20. La figura 2, es una vista en alzada lateral de la chapa de la rejilla de elementos combustibles tomada siguiendo la línea 2-2 de la figura 1, mirando en la dirección de las flechas; y

25. La figura 3, es una vista en planta de una célula de

rejilla de elementos combustibles que muestra otra realización de la invención.

5. Para comprender de manera más completa la invención, llamamos la atención a la figura 1, que muestra una chapa típica 10 para ser utilizada en una rejilla de elementos combustibles de un reactor nuclear. La chapa 10 es una chapa generalmente plana de Inconel, o de cualquier otro material apropiado, que tiene unos rebordes 11, 12 que sobresalen de la superficie de la chapa 10 en los bordes transversalmente opuestos de la
10. chapa 13, 14. Los rebordes 11, 12, sobresalen del plano del dibujo en una dirección que se aleja del que lo contempla. - Otro reborde 15 se forma en el plano medio transversal de la chapa 10 y sobresale del plano del dibujo en dirección hacia quien lo contempla. Como aparece con mayor claridad en la fi-
15. gura 2, el reborde 15 se encuentra flexionado hacia el borde ataque de una V poco profunda 16 que se forma por embutición en la chapa 10.

- Según una característica de la invención, y tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, las ondulaciones 17, 20 se em-
20. buten o se disponen con cualquier otro sistema, en las superficies de la chapa 10. Típicamente, las ondulaciones 17, 20 se disponen en una dirección generalmente paralela al plano medio transversal de la chapa 10 y separada justamente hacia dentro de los rebordes 11, 12 respectivamente. En una chapa de rejilla
25. típica, las ondulaciones 17, 20 tienen aproximadamente $3/8$ de pulgada de longitud y sobresalen en ambas direcciones alrededor de 0,020 pulgada más allá de las superficies opuestas de la chapa 10. Por otra parte, la anchura de cada una de las ondulaciones 17,20 que se muestran en las figuras 1 y 2, es de
30. aproximadamente 0,120 pulgada. Naturalmente, si se desea una

mayor caída de presión del refrigerante en la estructura de la rejilla de los elementos combustibles, las ondulaciones 17,20 pueden formarse con mayor profundidad en la chapa 10 con el fin de sobresalir una mayor distancia de la superficie de la chapa de la rejilla presentando de ese modo una mayor superficie de deflección al refrigerante que fluye a través de la estructura de la rejilla. Por el contrario, si se desea una menor caída de la presión del refrigerante en la estructura de la rejilla, las ondulaciones 17,20 se grabarán con menor profundidad en la chapa 10.

La profundidad de las ondulaciones 17,20 para obtener una caída específica de presión para un reactor nuclear determinado, depende de una serie de variables, entre las que son típicas el número de rejillas en el núcleo del reactor, la velocidad del flujo del refrigerante, y similares. A este respecto, para determinar la profundidad de las ondulaciones apropiadas a un reactor particular, debe fabricarse una serie de chapas, cada una de ellas con una diferente profundidad de ondulaciones. Estas muestras pueden someterse a continuación a pruebas de flujo en las condiciones de funcionamiento del reactor, con el fin de determinar la pérdida de presión asociada a cada profundidad de las ondulaciones. A partir de estos datos, debe seleccionarse la profundidad más apropiada en la ondulación para proporcionar la pérdida de presión deseada.

Las ondulaciones 17,20 no sólo aumentan la flexibilidad en el diseño del núcleo del reactor nuclear en cuanto a las características hidrodinámicas, sino que también dan mayor rigidez a la estructura de la rejilla de la forma característica en los materiales ondulados.

En la figura 3, se muestra otra realización de la in

- vención. Tal como se ilustra, una célula 21 de rejilla de elementos combustibles se forma por medio de porciones de cuatro chapas entrecruzadas de rejilla 22, 23, 24, 25, en las que los pares paralelos de las chapas 22, 24 y 23, 25 se cortan para
5. formar las esquinas en ángulo recto de la célula 21. Los rebordes 26,27 dispuestos en los bordes de las chapas 22, 23, respectivamente, que se encuentran en el plano de la figura 3, se ponen en contacto y sujetan la superficie exterior de una varilla de combustible nuclear 30. Por debajo del plano del
10. dibujo y, por consiguiente del plano medio transversal de la célula 21, los rebordes 31, 32, dispuestos en las chapas 24,25 sujetan también la superficie de la varilla de combustible 30.
- Según otra característica adicional de la invención, las ondulaciones 33, 34, 35, 36 sobresalen de las superficies
15. de las chapas 22, 23, 24, 25 respectivamente, hacia el centro de la célula 21. Tal como aparece en el dibujo las ondulaciones se imprimen en las superficies de la chapas inmediatamente por debajo del nivel establecido por los rebordes 26,27. Además, las ondulaciones tienen forma que mejoran aún más las resistencias de las esquinas 37,40,41,42 de la célula 21. Por
20. ejemplo, las ondulaciones 33,35 que se forman en las chapas de rejilla 22,24, se extienden a todo lo ancho en sentido transversal de la célula 21 y tienen unos extremos transversales bulbosos 43,44 y 45,46 respectivamente, que sobresalen en el interior de la célula y tienden a reforzar a las esquinas 37,40,41,
25. 42. Los extremos bulbosos transversales 47,50 y 51,52 en las ondulaciones 34,36, respectivamente, no sobresalen de las superficies de la chapa de rejilla 23,25 tanto como los extremos correspondientes en las chapas 22,24. Los extremos 47,50,51,52,
30. sin embargo, tienen una forma que complementa los extremos bul

bosos adyacentes dispuestos en las ondulaciones 33,35 de soporte de las esquinas.

5: Hay que observar además que las porciones intermedias 53,54,55,56 de todas las ondulaciones 33,34,35,36, no sobresalen en el interior de la célula 21 de la rejilla tanto como los extremos bulbosos anteriormente descritos. A este respecto, llamamos la atención a la transición curvada que proporcionan estas porciones intermedias para cada uno de los extremos.

10. Es evidente que se trata aquí de una serie de perfiles de ondulación que evitarán la perforación y por lo tanto el debilitamiento, de la estructura de la chapa de rejilla y que también satisfarán las necesidades industriales según los principios de la invención. La posición específica de la ondulación en una chapa de rejilla de elementos combustibles está sujeta a modificación según los requisitos de resistencia de la 15. rejilla y de pérdida de presión del refrigerante.

N O T A

20. 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 corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con fecha 3 de Marzo de 1.975, bajo el número Ser. No. 25. 554.874, acogiéndose 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 ESTRUCTURAS DE CELULA DE REJILLA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE REACTORES NUCLEARES; caracterizándose por lo siguiente 30.

te:

5. 1ª.- Perfeccionamientos en estructuras de célula de rejilla de elementos combustibles de reactores nucleares, caracterizados porque se dota a cada estructura de una primera serie de chapas generalmente paralelas, otra serie de chapas generalmente paralelas perpendiculares a la primera serie de chapas y entrecruzadas con ellas para formar una disposición de células rectangulares, unos rebordes que sobresalen de las superficies de al menos algunas de las chapas en el interior de las células y ondulaciones dispuestas en al menos algunas de las chapas de manera que sobresalgan de la citada superficie de la chapa en las células respectivas en una distancia determinada.
10. 2ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque la chapa para rejilla del elemento combustible se forma por una chapa metálica generalmente plana, la cual lleva un par de bordes transversales generalmente paralelos, al menos un reborde sobre la chapa que sobresale de su superficie, y al menos una ondulación dispuesta en la superficie de la chapa, encontrándose dicha ondulación generalmente paralela e intermedia a los bordes transversales.
15. 3ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque la siguiente ondulación se forma por unos salientes bulbosos que se extienden desde la superficie de la chapa en los extremos de la ondulación, y una porción intermedia de ondulación que conecta los salientes bulbosos, extendiéndose los salientes bulbosos desde la superficie de la chapa en distancias superiores a la citada porción intermedia de ondulación.
20. 4ª.- Perfeccionamientos en estructuras de célula de
- 25.
- 30.

rejilla de elementos combustibles de reactores nucleares; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los adjuntos dibujos.

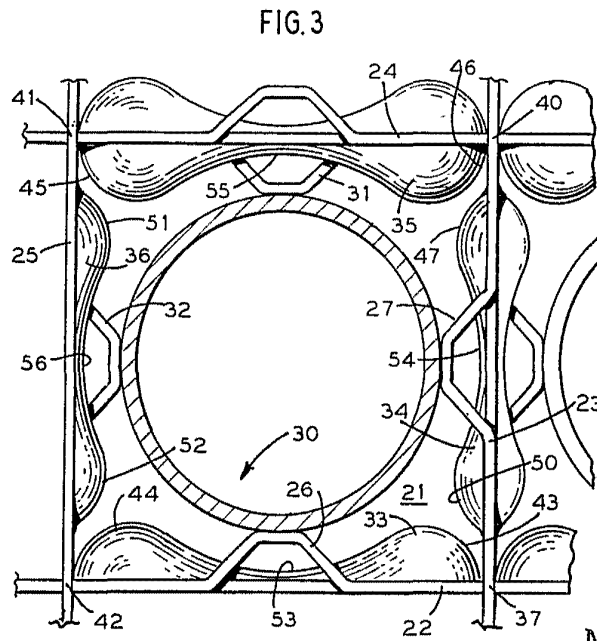
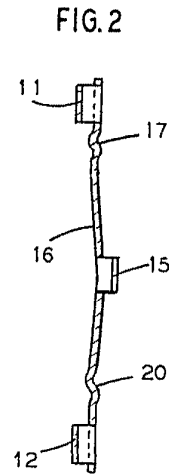
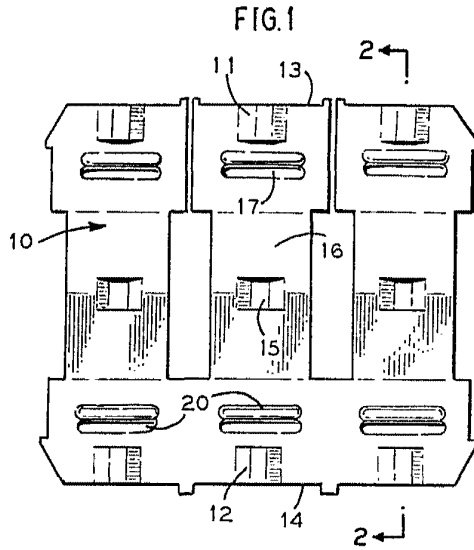
5. Esta Memoria, consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

- 6 FEB. 1976

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY,

L. GÓMEZ ACEBO Y ERONDI
p. p. Firmador: L. Gómez Acebo



ESPANA
MADRID

5 FEB. 1976

Madrid

REGISTERED TRADE MARK IN SPAIN
and other countries
[Signature]