

COMBUSTION ENGINEERING

410126

11 MAR. 1976

G.I.C.

PATENTE DE INVENCION

que por veinte años para España, se solicita a favor de la firma: COMBUSTION ENGINEERING, INC, residente en WINDSOR CO NNECRICUT (EE.UU.), por: "GRUPO DE COMBUSTIBLE DE REACTOR - NUCLEAR".

Memoria Descriptiva

Es bien sabido que el combustible o material fisiona -
ble para reactores nucleares heterogéneros tiene clásicamen -
te forma de elementos o barras de combustible agrupados a -
5 su vez en los reactores en haces que comprenden grupos de -
elementos combustibles. Cada reactor tiene una pluralidad -
de tales grupos de elementos combustibles que constituyen -
el núcleo del reactor. El líquido moderador-refrigerador -
(normalmente agua) fluye hacia arriba por el núcleo del reac -
10 tor en los canales existentes entre los elementos combusti-

**POOR
QUALITY**

bles, para eliminar calor.

Una de las limitaciones de funcionamiento de los reactores corrientes es debida al comienzo de la ebullición en película en las superficies de los elementos de combustibles. Este fenómeno es descrito corrientemente, desde el punto de vista cualitativo, como el abandono de la ebullición del nucleado (DNB) y, desde el punto de vista cuantitativo, en términos de la cantidad de flujo de calor existente cuando se produce el DNB (flujo de calor crítico o CHF). Esta condición es afectada por la separación de los elementos de combustibles, la presión del sistema, el flujo de calor, la entalpia del refrigerante y la velocidad del refrigerante. Cuando se produce el DNB, hay un rápido aumento en la temperatura del elemento combustible adyacente, debido a la reducida transmisión de calor, que pudiera traducirse en un fallo del elemento. Por consiguiente, para mantener un factor de seguridad el reactor tiene que funcionar con cierto margen debajo del CHF y el punto en el cual se produce el DNB. Dicho margen es llamado "margen térmico".

Normalmente, los reactores nucleares tienen en su núcleo regiones con un más elevado flujo de neutrones y más densidad de energía en comparación con otras regiones. Esto puede ser debido a una pluralidad de factores, uno de los cuales es la presencia de canales en las barras de regulación del núcleo. Cuando las barras de regulación son retiradas, los canales de las barras de regulación se llenan de moderador, lo que aumenta la capacidad moderadora local y aumenta, por tanto, la energía producida en el combustible adyacente. En estas regiones de gran densidad de energía, conocidas como "canales calientes", hay una mayor velocidad de aumento de

la entalpia del refrigerante en comparación con otros canales. Son tales canales calientes que establecen las condiciones máximas de funcionamiento del reactor y limitan la cantidad de energía que puede ser producida, ya que es en estos canales que se alcanzaría antes el margen térmico crítico.

Se han propuesto medios para desviar y mezclar el fluido refrigerante a su paso por el núcleo del reactor, con el fin de reducir la velocidad del aumento de entalpia del refrigerante en los "canales calientes". Tales medios han adoptado la forma de elementos cónicos o piramidales invertidos, dispuestos en las intersecciones de la estructura reticular de soporte de los elementos de combustible, que son eficaces para desviar el fluido, que fluye hacia arriba, hacia los elementos de combustible y mezclar el fluido entre canales de flujo adyacente. Un aparato de este tipo está descrito en la solicitud de patente estadounidense nº. 889.548 de John N. Calvin, depositada el 31 de diciembre de 1.969.

Aún cuando los aparatos desviadores de flujo de este tipo funcionan convenientemente para el fin al que están destinados, son sin embargo estructuras relativamente complejas, de fabricación cara y de montaje difícil. Por consiguiente, su uso eleva los costes de fabricación del núcleo del reactor.

El objeto de la presente invención es el de crear un grupo combustible de reactor nuclear con una pluralidad de elementos de combustible paralelos, dispuestos en relación recíprocamente separada, formando entre sí canales longitudinales de flujo de refrigerante que poseen una pluralidad de desviadores para desviar el fluido que fluye por dichos canales, en los cuales los desviadores tienen una configuración simplificada y pueden ser unidos fácilmente a la estructura

reticular de soporte de los elementos de combustible. Este -
problema es resuelto, según la invención, haciendo que el -
desviador comprenda esencialmente elementos planos de chapa,
5 dispuestos en dichos canales de flujo en relación esencialmen-
te perpendicular a la dirección de flujo del fluido, y sopor-
to para dichas placas deflectoras. Con preferencia, los ele-
mentos a modo de placa plana son de modo general en forma de
cruz y están unidos a la estructura reticular en las inter-
secciones de los elementos formadores de rejilla. Las placas
10 desviadoras son eficaces para desviar fluido refrigerante, que
fluye hacia arriba, poniéndolo en contacto con los elementos
de combustible adyacente, inhibiendo así la formación de bur-
bujas de vapor o una capa de vapor sobre recalentado en la -
superficie de los mismos. Las placas desviadoras son también
15 eficaces para crear turbulencia dentro de los calanes de flu-
jo de fluido refrigerante, turbulencia que es eficaz para -
provocar la mezcla de fluido entre canales adyacentes de flu-
jo. Tal mezcla de fluido refrigerante hace que sean más uni-
formes las temperaturas del fluido en una sección transver-
20 sal del núcleo del reactor, eliminando así los calanes calien-
tes, lo cual, en concomitancia, permite hacer funcionar el
reactor a más altos niveles de energía dentro de márgenes -
términos de seguridad.

Se explicará detalladamente a continuación la invención
25 con referencia a los adjuntos dibujos, que ilustran varias -
formas de realización de la invención.

En los dibujos:

La fig. 1 es una representación en alzado de grupo de e-
lementos de combustible de reactor nuclear;

30 La fig. 2 es una vista en perspectiva de una parte de -

un grupo de elementos de combustible que ilustra la presente invención:

la Fig. 3 es una vista en alzado de una parte de un grupo de elementos de combustible de la fig. 1; y

5 la fig. 4 es una vista en sección por la línea 4-4 de la fig. 3.

La fig. 1 ilustra un grupo 10 de elementos de combustible que contiene elementos combustibles individuales 12, mantenidas en su sitio por elementos 14 y 16 de extremo y por estructuras reticulares de soporte de los elementos de combustible llamadas a continuación "rejillas separadoras" 18. El núcleo del reactor nuclear está constituido por una pluralidad de tales grupos de elementos combustibles, siendo a tales grupos que se incorporan los desviadores de flujo de refrigerante de la presente invención. El refrigerante del reactor, que es normalmente agua, fluye por aberturas del elemento de extremo inferior 16 hacia arriba a lo largo de recorridos que son paralelos a los elementos de combustible 12, saliendo del grupo por el elemento 14 del extremo superior. Este flujo hacia arriba del fluido refrigerante por el grupo de elementos de combustible que es afectado por los desviadores.

Las rejillas separadoras 18 están dispuestas a intervalos espaciados longitudinalmente a lo largo de los grupos de combustible. Como es bien sabido, las rejillas separadoras 18 comprenden una pluralidad de placas 20 y 22 ranuradas (de manera que no se representa) en bordes recíprocamente opuestos y en puntos longitudinalmente separados tales que las ranuras contribuyen a que las placas puedan ser montadas a modo de "embalaje de huevos" formando una estructura reticular.

Ambas placas 20 y 22 están provistas de salientes estampados 32 y muelles 34, como se muestra en la fig. 4, para coger y sostener lateralmente los elementos combustibles 12.

Las placas desviadoras de flujo 24 según la presente in
5 vención están unidas a la superficie superior de las rejillas separadoras 18 mediante soldadura de las mismas a los bordes superiores de las placas 20 y 22 formadoras de la rejilla. Aun cuando las placas desviadoras 24 pueden ser dis-
10 puestas selectivamente para que actúen sobre fluido que fluye en los canales en los cuales prevalecen más altas tempera-
turas, están preferiblemente unidas a cada intersección de las placas de rejilla 20 y 22.

En su forma preferida, las placas desviadoras 24 son elementos planos en forma de cruz y tienen sus vértices 26 dis-
15 puestos en relación de contigüidad con los bordes superiores de las rejillas separadoras 20 y 22. Los vértices están unidos por bordes curvos 28 formados esencialmente en los arcos de círculo concéntricamente relacionados con los elementos ad-
20 yacentes de combustible 12. Los bordes curvos 28 de las placas desviadoras están separados lateralmente de la superficie exterior de los elementos de combustible 12, formando pasajes 30 por los cuales se hace fluir el fluido refrigerante que va hacia arriba.

Cuando, por el grupo de elementos combustibles 10, fluye
25 agua hacia arriba, los desviadores de flujo 24 actúan desvian-
do el fluido de su recorrido a lo largo del canal de flujo de-
limitando por cuatro elementos de combustible adyacente 12 y dirigiéndolo hacia fuera y hacia los elementos de combustible, como se indica con las flechas en la fig. 2. El desviador de
30 flujo surte tres efectos primarios. En primer lugar, rompe el

fluido refrigerante inmediatamente cerca de la superficie de los elementos combustibles 12. Esto tiende a eliminar toda condición DNB. Hay un cambio gradual de ebullición de núcleo a ebullición estable de película, más bien que un cambio escalonado. El flujo de calor crítico aumenta tanto que es difícil descubrir el punto crítico debido al cambio gradual de las características de ebullición.

En segundo lugar, los desviadores de flujo tienden a hacer que el refrigerante que fluye hacia arriba en todo canal de flujo particular se mezcle con el flujo refrigerante de canales adyacentes o más remotos. Tal mezcla surte el efecto de reducir las diferencias de las temperaturas del refrigerante entre los distintos canales de flujo, reduciendo así el elevado aumento de entalpía del refrigerante en los canales calientes y haciendo por lo demás más uniformes las temperaturas del fluido en la entera sección del núcleo.

En tercer lugar, la obstrucción presentada por cada placa desviadora 24 en los correspondientes canales de flujo de refrigerante actúa aumentando la velocidad del fluido a su paso por los pasajes 30. Este aumento de la velocidad del fluido mejora el coeficiente de película entre los elementos de combustible 12 y el flujo que pasa elevando así las características de transmisión de calor entre ellos.

Queda entendido que las personas expertas en la materia podrán introducir varios cambios en los detalles, los materiales y las disposiciones de las partes que se han descrito e ilustrado para explicar la naturaleza de la invención, ello sin salirse del principio y del alcance de la invención, expresados en las siguientes reivindicaciones.

30

REIVINDICACIONES

- 1ª.- Grupo de combustible de reactor nuclear con una pluralidad de elementos de combustible dispuestos paralelamente y en relación de separación recíproca, formando entre ellos canales de paso de refrigerante, y provisto de una pluralidad de desviadores para desviar la corriente de fluido que pasa por dichos canales, caracterizado por el hecho de que el desviador comprende esencialmente unos elementos planos de chapa dispuestos en dichos canales de flujo en posición esencialmente perpendicular con respecto a la dirección de dicho flujo de fluido, así como soportes para dichas placas desviadoras.
- 2ª.- Grupo según la reivindicación, 1ª, caracterizado por el hecho de que los bordes de dichas placas desviadores están separados lateralmente de la superficie exterior de dichos elementos de combustible, delimitando entre ellos unos canales de flujo.
- 3ª.- Grupo según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que los medios de soporte de las placas desviadoras comprenden estructuras de rejilla de separación dispuestas entre dichos elementos de combustible y medios para unir dichas placas desviadoras a dicha estructura de rejillas de separación.
- 4ª.- Grupo según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que dichas placas desviadoras están unidas a dicha estructura de rejillas separadoras en las intersecciones de los elementos que la constituyen.
- 5ª.- Grupo según la reivindicación 4ª, caracterizado por el hecho de que dichas placas desviadoras son de configuración general en forma de cruz y están dispuestas de manera esencialmente normal a los planos de los elementos formadores de re-

jilla y tocando los mismos siendo los vértices de dicha placa desviadores, contiguos a los bordes de dichos elementos formadores de rejilla.

5 6ª.- Grupo según la reivindicación 5ª, caracterizado por el hecho de que dichas placas desviadoras comprenden bordes curvados que unen dichos vértices, estando lateralmente espaciados dichos bordes de las superficies de dichos elementos de combustible.

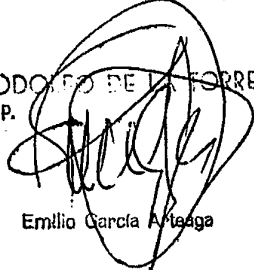
10 7ª.- Grupo según la reivindicación 6ª, caracterizado por el hecho de que las superficies de dichos elementos de combustible son esencialmente cilíndricas y de que dichos bordes son en forma de arcos de círculo.

8ª.- "GRUPO DE COMBUSTIBLE DE REACTOR NUCLEAR".

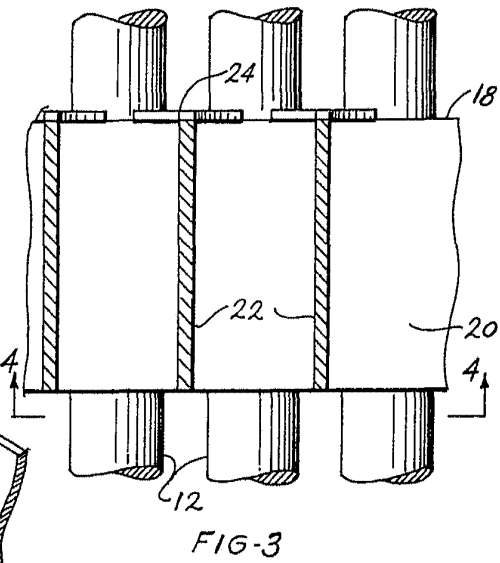
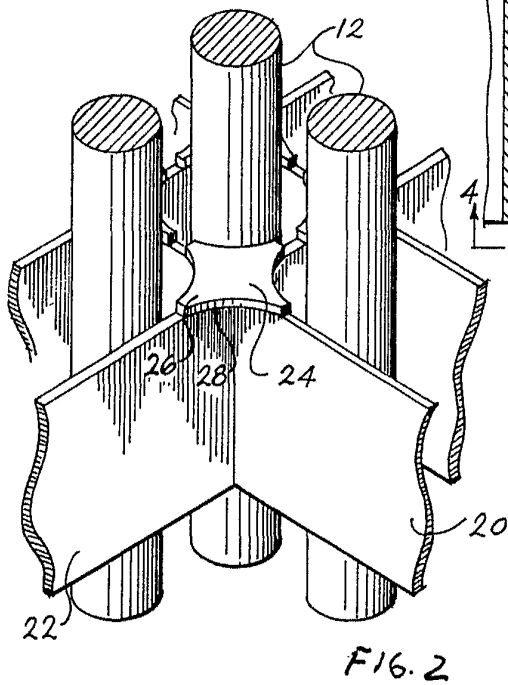
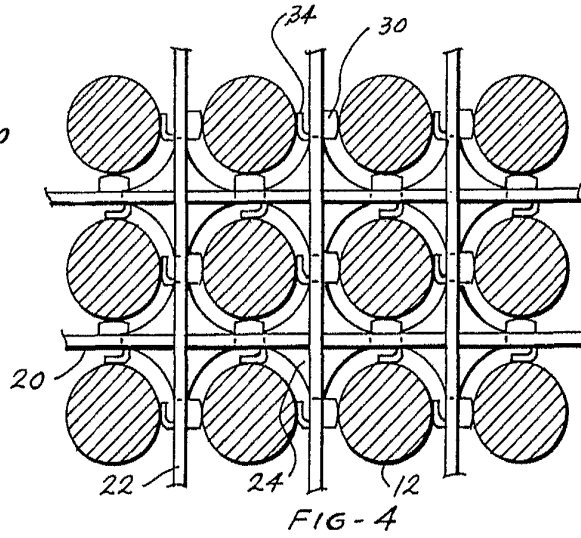
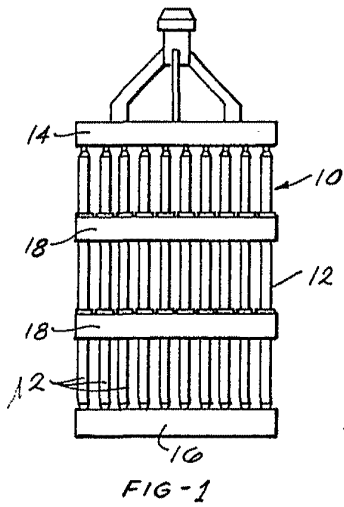
Consta la presente memoria de nueve hojas numeradas y mecanografiadas por una sola de sus caras, a las que se le acompaña una de planos para su mejor comprensión.

Madrid, 28 de diciembre 1.972.-

RODOLFO DE LA TORRE
P. P.


Emilio García Arceaga

410126



ESCALA VARIABLE
MADRID 28 DIC. 1970
ROD. EC. DE LA CORRE
P. E.

[Handwritten signature]
Emilio Garcia Avelago