

409668

Patente de Invención

Int. Cl.: G 21-C

23 FEB. 1977

PATENTE DE INVENCION

que por veinte años para España, se solicita a favor de la firma: COMBUSTION ENGINEERING, INC, domiciliada en WINDSOR-CONNECTICUT (EE.UU), por: "NUCLEO DE REACTOR NUCLEAR".

Memoria Descriptiva

En los grupos de combustible de un reactor nuclear esta -  
previsto un aparato desviador de flujo para realizar la mezcla  
del refrigerante que fluye en canales entre los elementos adya-  
5 centes del grupo. El aparato comprende tiras metálicas que con-  
tienen salientes prepunzonados en forma de lengüeta sujetos a -  
cuando menos algunos de los elementos que constituyen los grupos  
de combustible.

Es bien sabido que el combustible o material fisiónable para -  
10 reactores nucleares heteronóneos tiene convencionalmente forma-

de elementos o barras de combustible reunidas en el núcleo del reactor en grupos que comprenden también barras que contienen venenos combustibles, así como tubos huecos por los cuales los grupos de elementos de regulación están destinados a pasar. El refrigerante-moderador líquido (agua, normalmente) fluye hacia arriba por el núcleo del reactor en canales o pasajes longitudinales existentes entre los elementos que constituyen el núcleo. Una de las limitaciones del funcionamiento de los reactores corrientes está constituida por el comienzo de una ebullición de películas en las superficies de los elementos de combustible. Este fenómeno es llamado corrientemente "desviación de la ebullición del nucleado (DNB)" y es afectado por la separación de los elementos de combustible, la presión del sistema, el flujo de calor, la entalpia del refrigerante y la velocidad del refrigerante mismo. Cuando se produce el DNB, se verifica debido a la reducida transmisión térmica, un rápido aumento de la temperatura del elemento de combustible adyacente que puede traducirse, al final, en el fallo del elemento. Por consiguiente, para mantener un factor de seguridad, los reactores nucleares tienen que ser conducidos a un nivel de flujo de calor inferior al nivel al cual se produce el DNB. Este margen es llamado corriente "margen térmico".

Normalmente, los reactores nucleares tienen algunas regiones del núcleo que poseen un flujo de neutrones y una densidad de energía superiores a los de otras regiones. Esta situación puede ser causada por varios factores, uno de los cuales es la presencia de canales de barras de regulación en el núcleo. Cuando se sacan las barras de regulación, dichos canales se llenan de moderación local y, por tanto, aumenta la energía originada en el combustible adyacente. En estas regiones de gran densidad de energía, conocidas con el nombre de "canales calientes", hay una -

velocidad de aumento de entalpia superior a la de otros canales. Son tales canales calientes los que fijan las condiciones máximas de funcionamiento del reactor y que limitan la cantidad de energía que puede ser producida, ya que es en ellos que se alcanza -  
5 antes el margen térmico crítico.

En el pasado, se han realizado intentos para resolver los - problemas anteriores haciendo las estructuras reticulares de soporte empleadas para contener los elementos de los grupos de combustible con paletas integrantes de desviación de flujo. Una estructura de rejilla de soporte de este tipo está descrita en la-  
10 Patente estadounidense 3.379.319.

Aun cuando las estructuras de rejillas de soporte que tienen paletas integrantes de mezcla mejoran hasta cierto punto las condiciones de flujo de refrigerante y de transmisión de calor - que originaban los problemas anteriormente mencionados manifiestan sin embargo algunas características indeseables. La estructura de soporte, al ser de una construcción alveolar, y al tender, por tanto, a enderezar el recorrido del flujo de refrigerante a través de la estructura, trabaja en contra de las paletas de mezcla, reduciendo así su eficacia. Asimismo, disponer las paletas de modo que entren en los espacios incluidos por los componentes de la estructura reticular reduce el área de flujo del refrigerante disponible a través de las estructuras, aumentando así la pérdida de presión experimentada por el refrigerante que fluye -  
15 a través del núcleo. Esto, naturalmente, se traduce en un concomitante aumento de los medios de bombeo necesarios y de los gastos de funcionamiento.

Por consiguiente, es a la solución de los problemas anteriormente mencionados que riende la presente invención.

30 La invención, por tanto, se refiere a un núcleo de reactor-

nuclear que comprende una pluralidad de barras dispuestas paralelamente, algunas de las cuales son elementos de combustible, mientras que otras son elementos no portadores de combustible, dispuestos en relación de separación recíproca que delimita canales intersticiales de flujo de refrigerante y en los cuales están previstos medios para desviar lateralmente cuando menos una parte del refrigerante que fluye a través de dichos canales. Según la invención, dichos medios desviadores de flujo tienen forma de delgadas tiras metálicas unidas a cuando menos algunos de dichos miembros, tiras que contienen salientes en forma de lengüeta prepunzonados y longitudinalmente espaciados, desviados de los planos de dichas tiras hasta dentro de dichos canales de flujo.

Las tiras metálicas están dispuestas en puntos elegidos tales que los salientes en forma de lengüetas trabajan en regiones de los canales de flujo de refrigerante dispuestas exteriormente en el sentido longitudinal de las correspondientes estructuras reticulares de soporte, efectuando así una más eficaz mezcla del refrigerante. El aparato desviador de flujo de la invención comparado con conocidos aparatos de tipo anterior, es eficaz también para reducir la pérdida de presión experimentada por el refrigerante al fluir a través del núcleo del reactor, lo que se traduce en una menor necesidad de medios de bombeo y en menos gastos concomitantes de funcionamiento de la instalación.

Para que sea posible comprender mejor la invención se hace referencia a los adjuntos dibujos, que se refieren a varias formas de realización de la invención, sus ventajas de funcionamiento y los fines específicos obtenidos mediante su uso.

La fig. 1 es una vista en alzado de un grupo de combustible típico de un reactor nuclear heterogéneo.

La fig. 2 es una vista en planta, aumentada, de una parte - del grupo de combustible de la fig. 1.

5 La fig. 3 es una representación isométrica de una forma de - la invención aplicada a un tubo de guía de un elemento de regula- ción.

La fig. 4 es una representación isométrica de otra forma de la invención aplicada a una barra de veneno combustible.

10 Las figs. 5, 6 y 7 son respectivamente vistas en alzado, en planta y laterales del aparato desviador de flujo de la fig. 4 y las figs. 8, 9 y 10 son respectivamente vistas en alzado, en planta y lateral del aparato desviador de flujo de la fig. 3.

Refiriéndonos ahora a los dibujos, la fig. 1 ilustra un gru- po 10, típico de un reactor nuclear heterogéneo, que comprende - una pluralidad de elementos individuales 12 de combustible, man- 15 tenidas en su sitio por unas rejillas separadoras superior e infe- rior 14 y 16. Dispuestas en grupo de combustible, hay una plura- lidad de barras 18 de veneno combustible (fig. 2), que tienen ge- neralmente la misma configuración exterior que los elementos de- 20 combustible 12 y que también tienen sus extremos superior e in- ferior dispuestos en las rejillas de separación 14 y 16. El gru- po de combustible 10 comprende, además, una pluralidad de tubos- huecos cilíndricos de guía 20 que se extienden esencialmente pa- ralelos a los elementos de combustible 12 y a las barras de vene- 25 no 18, pero que tienen un diámetro algo superior al de ellos. Den- tro de los tubos de guía 20, unos elementos de barras de regula- ción (no representados) pueden ser accionados de una manera bien conocida en la especialidad de modo que regulan el funcionamiento del núcleo del reactor.

En puntos longitudinalmente espaciados a lo largo del grupo 30 de combustible 10, se encuentren dispuestas unas estructuras de

soporte 24 que separan transversalmente uno de otro los elementos del grupo, formando así canales intersticiales de flujo 26. Como mejor se ve en la fig. 2, las estructuras de soporte 24 comprenden una pluralidad de placas alargadas o tiras 28 que se intersectan, dispuestas a modo de entramado.

En la disposición representada, las placas 26 son de una configuración serpentina, que se traduce en la formación de toques 30 contra los cuales los elementos del grupo de combustible son oprimidos por lengüetas elásticas estampadas, 32, que sirven para sujetar y mantener en posición los elementos del grupo.

Según la presente invención, el aparato deflector de flujo del refrigerante está previsto para desviar el flujo de fluido refrigerante de un canal al otro y favorecer la mezcla del fluido. Este aparato, en la forma de realización ilustrada en las figs. 3, 5, 6 y 7, comprende una delgada tira metálica 26 que se extiende longitudinalmente y que lleva una pluralidad de salientes a modo de lengüeta desplazados lateralmente. Una pluralidad de tales tiras se encuentra sujeta, por soldadura o de otro modo, en puntos espaciados circunferencialmente alrededor de la superficie exterior de elementos elegidos del grupo de combustible. Como se muestra en los dibujos, las tiras 36 son de configuración general rectangular, pero están curvadas para adaptarse a la superficie del elemento al cual están aplicadas. Los salientes en forma de lengüeta llevados por las tiras metálicas 36 están estampadas en el material de la tira en voladizo, formando paletas deflectoras de flujo 38. El material entre las paletas 38 es eliminado idealmente, por ejemplo mediante aberturas punzonadas 40, para reducir al mínimo la cantidad de material parásito que, de otro modo, tendría un efecto deletéreo sobre el flujo de neutrones dentro del núcleo del reactor. Las paletas 38 son desviadas de

las tiras, extendiéndose en el canal de flujo adyacente para des-  
viar el flujo de fluido a lo largo del mismo. Como se ve en las  
figs. 5 a 10, las paletas 38 pueden simplemente estar desplaza-  
das angularmente (figs. 5, 6 y 7) del plano de la tira, o tam-  
5 bién las paletas, como se indica en 38', pueden ser desplazadas  
angularmente y estas provistas, además, de un ligero grado de -  
torcedura (fig. 8, 9 y 10). Las paletas 38, que tienen la confi-  
guración representada en las figs. 5, 6 y 7, son eficaces para-  
desviar lateralmente el fluido en los canales de flujo adyacen-  
10 tes y aprovechan con fines de mezcla la turbulencia así creada.  
Las paletas 38', construídas como se ve en las figs. 8, 9 y 10  
por otra parte, le comunican al refrigerante que fluye cierto -  
grado de movimiento rotatorio, lo cual, como es bien sabido, me-  
jora la mezcla.

15 Las tiras metálicas 36 pueden ser conformadas de modo que -  
se extiendan de manera continua esencialmente por la entera lon-  
gitud efectiva del grupo de combustible 10, como se muestra en-  
la forma de realización de la fig. 3. Las paletas 38 que llevan  
están separadas longitudinalmente y tan próxima una de otra, a  
20 lo largo de las tiras como resulta práctico. Las partes de cada-  
tira dispuestas dentro de las regiones rodeadas por las estruc-  
turas reticulares de soporte, indicadas de manera general con -  
39, deberían estar desprovistas de paletas para que el área del  
flujo de refrigerante disponible en los canales 26 resultara la  
25 mayor posible. En variante, las tiras, aquí indicadas con 36', -  
puedan convenientemente ser previstas, como se muestra en la -  
fig. 4, a modo de segmentos, de limitada longitud, que se ex-  
tiendan a lo largo de aquellas partes de los correspondientes -  
elementos de grupo de combustible dispuestos exteriormente con -  
30 respecto a las regiones rodeadas por las estructuras de soporte

24.

Aun cuando las tiras 36 pueden ser unidas a cualquiera de o a todos los elementos del grupo de combustible 10, están más convenientemente montadas en cada uno de los elementos que no llevan combustible, y precisamente las barras 18 de veneno combustible- y los tubos 20 de guía de los elementos de regulación. Cuando es 5 tán montadas sobre las barras de veneno 18 y/o los tubos de guía 20, las paletas 38 están dispuestas en aquellos canales 26 de flujo de refrigerante sometidos a una mayor velocidad de aumento de entalpia de refrigerante debido a la mayor capacidad moderada local inherente. Montar las tiras 36 sobre los elementos de com- 10 bustible 12 es menos deseable, principalmente debido a que impedirían la transmisión de calor de los elementos de combustible. Sin embargo, cuando tal efecto puede ser tolerado, las tiras pueden- 15 ser montadas así, especialmente cuando es deseable eliminar la existencia de un "canal caliente".

Por lo anteriormente expuesto, es evidente que se ha creado un aparato desviador de flujo para aumentar las características de mezcla del refrigerante a través del núcleo de reactores nu- 20 cleares heterogéneos. Las paletas de mezcla están dispuestas de modo que se encuentran fuera de las regiones rodeadas por la estructura de soporte, aumentando así su eficacia mezcladora y reduciendo también la pérdida de presión sufrida por el refrigeran- te que fluye por el núcleo del reactor.

25

#### REIVINDICACIONES

14.- Núcleo de reactor nuclear que comprende una pluralidad de ba- rras dispuestas paralelamente, algunas de las cuales son elemen- tos de combustible, mientras que otras son elementos no portado- res de combustible, dispuestas en una relación de separación mu- 30 tua que delimita canales intersticiales de flujo de refrigerante

en los cuales están previstos medios para desviar lateralmente -  
cuando menos una parte del combustible que fluye por dichos cana-  
les, caracterizado por el hecho de que dichos medios desviadores  
de flujo tienen forma de delgadas tiras metálicas sujetas a cuan-  
do menos algunos de dichos elementos, conteniendo dichas tiras -  
unos salientes en forma de lengüeta prepunzonados y espaciados -  
longitudinalmente, desplazados de los planos de dichas tiras y -  
que entran de dichos canales de flujo.

2ª.- Núcleo según la reiv. 1ª, caracterizado por el hecho de que  
dichas tiras metálicas están unidas a algunos, cuando menos, de  
dichos elementos no portadores de combustible.

3ª.- Núcleo según la reiv. 1ª, caracterizado por el hecho de que  
alguno de dichos elementos no portadores de combustible son ba-  
rras de veneno combustible.

4ª.- Núcleo según la reiv. 2ª, caracterizado por el hecho de que  
algunos de dichos elementos no portadores de combustible son tu-  
bos de guía dentro de los cuales pasan las barras de regulación-  
del reactor.

5ª.- Núcleo según la reiv. 1ª, caracterizado por el hecho de que  
dichos elementos contienen una pluralidad de tiras metálicas, es-  
paciadas circunferencialmente alrededor de la superficie de los-  
mismos, extendiéndose dichas tiras longitudinalmente por esencial-  
mente toda la longitud de dichos elementos.


6ª.- Núcleo según la reiv. 2ª, caracterizado por el hecho de que  
dichas tiras están dispuestas a modo de segmentos esencialmente-  
en toda la longitud de dichos elementos.

7ª.- Núcleo según la reiv. 1ª, caracterizado por el hecho de que  
dichas tiras metálicas están soldadas a dichos elementos.

8ª.- "NUCLEO DE REACTOR NUCLEAR".

Consta la presente memoria descriptiva de diez hojas, numera  
das y mecanografiadas por una sola de sus caras, a las que se le  
acompañan tres hojas de planos para su más fácil comprensión.

Madrid, 16 DIC. 1972

RODOLFO DE LA TORRE  
P. P.  
  
Emilio García Arteaga

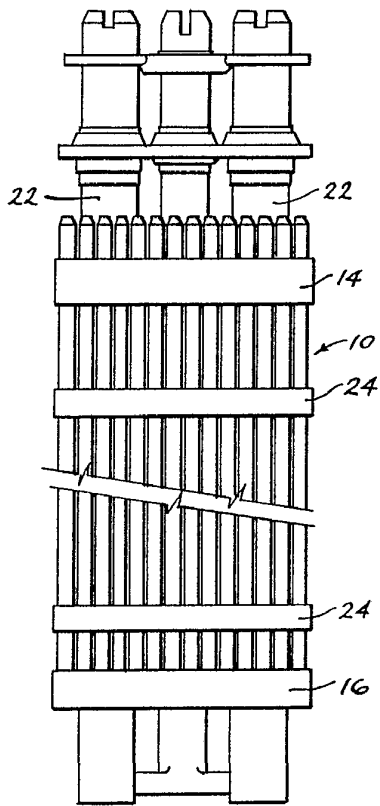


FIG-1

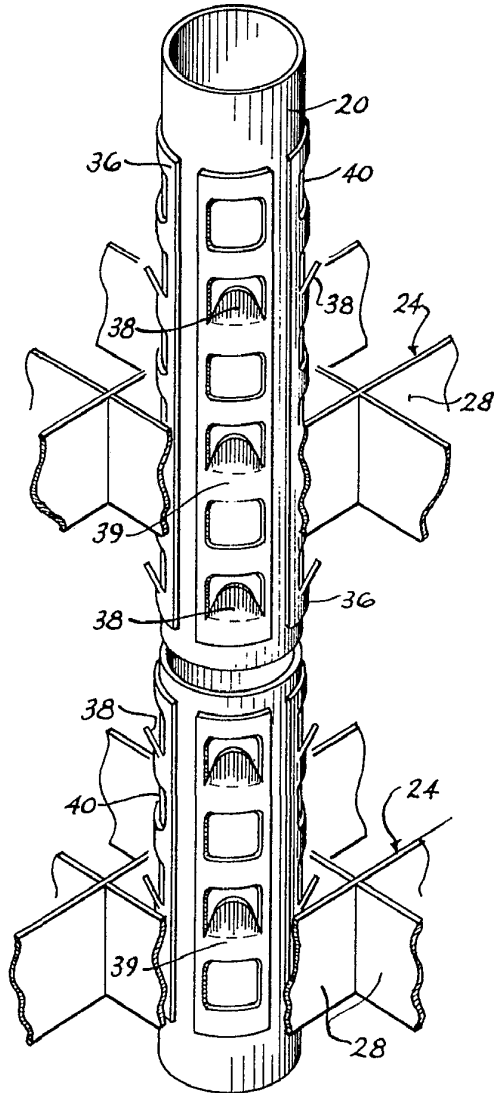


FIG-3

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 15

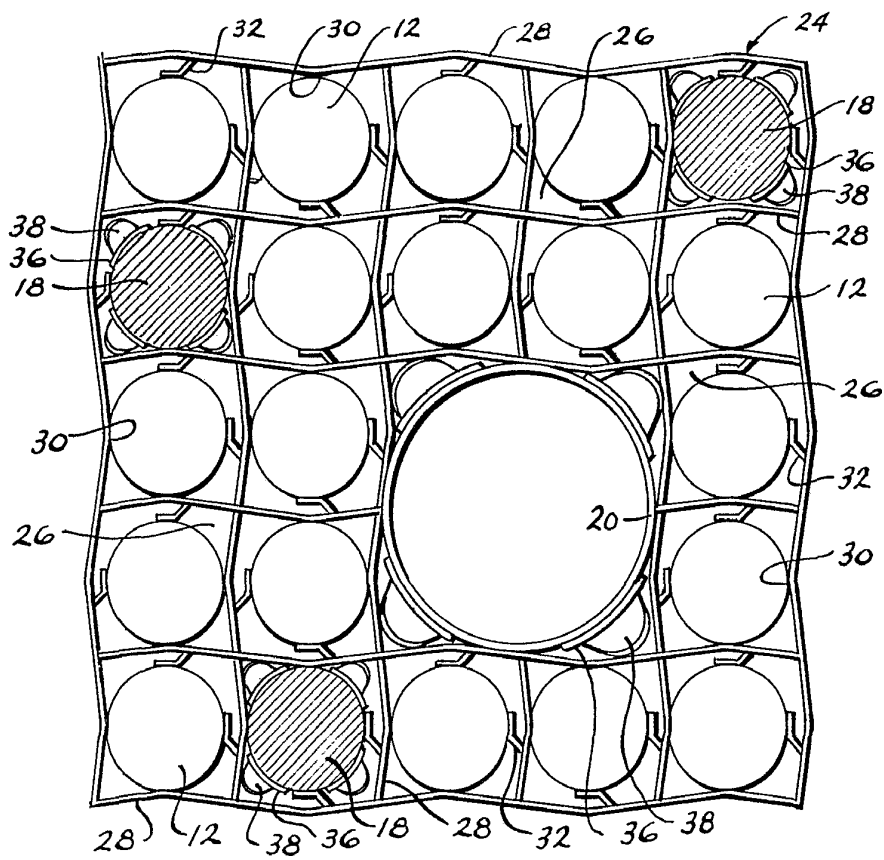
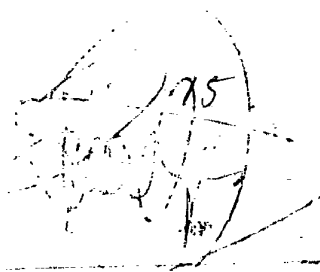


FIG-2

ESCALA VARIABLE  
MADRID,



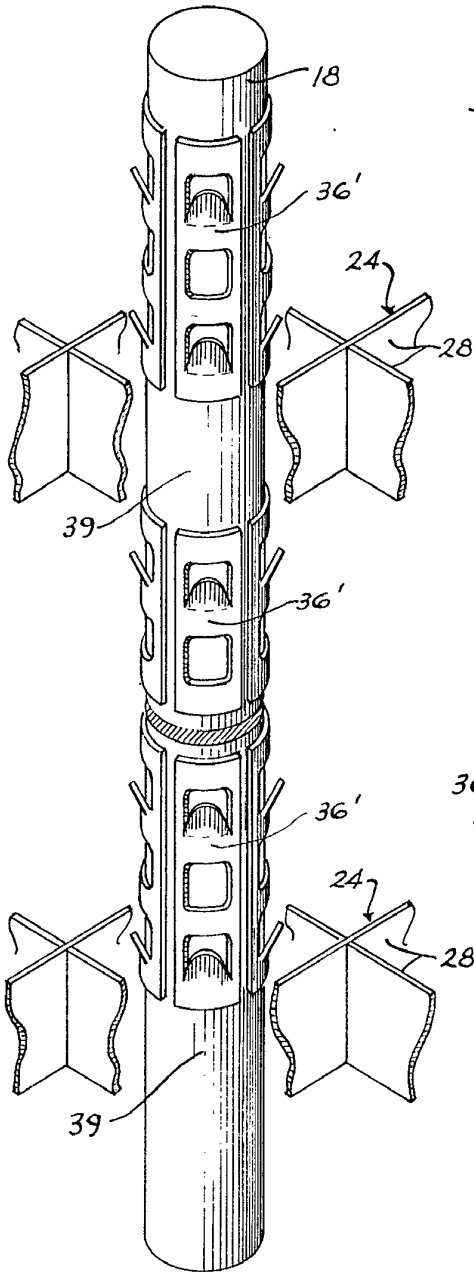


FIG-4



FIG-7

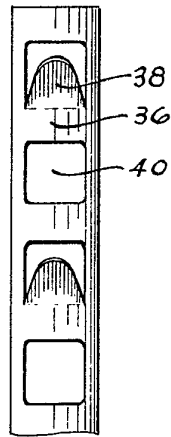


FIG-5

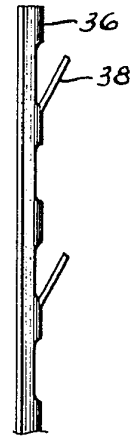


FIG-6



FIG-10

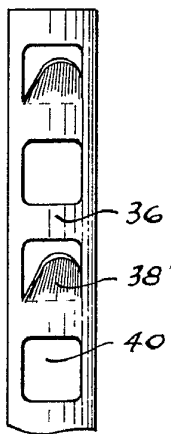


FIG-8

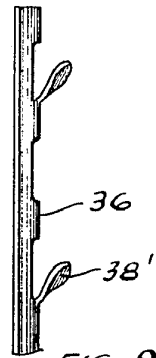


FIG-9

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 15