



331 324

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 17 de Septiembre de 1966, con el nº 331.324

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMBUSTION ENGINEERING, INC., entidad norteamericana, establecida en Prospect Hill Road, Windsor, Connecticut, Estados Unidos de América, por:

"UN DISPOSITIVO DE COMBUSTIBLE PARA UN REACTOR NUCLEAR"

=====

Este invento se refiere a elementos combustibles para un reactor nuclear y, particularmente, a un elemento combustible de paso múltiple en el que el fluido a ser calentado aumenta continuamente de temperatura a medida que atraviesa el elemento combustible. Entre los campos en los que el elemento combustible de este invento encuentra aplicación, se encuentra el de los reactores de recalentamiento, como parte de recalentamiento del reactor donde el vapor es recalentado cuando pasa a través del elemento.

10 El elemento incluye una pluralidad de tubos que se ex-



5 tienden entre placas de tubos comunes y están interconectados con ellas en sus extremos y el elemento se caracteriza porque el fluido a ser calentado, tal como vapor, pasa primero a través de algunos de los tubos y es dirigido después a través de los otros tubos. Con este fin está dispuesto en un extremo del elemento un deflector para recibir el vapor desde los tubos del primer paso y dirigirle a través de los tubos del segundo paso.

10 El elemento está pretensado con el fin de reducir los esfuerzos desarrollados durante las condiciones de funcionamiento y el pretensado es tal que cuando los tubos de los pasos primero y segundo están a la misma temperatura, tal como a la temperatura ambiente (21°C) existente durante la fabricación del elemento, los tubos del segundo paso
15 tienen un esfuerzo a la tracción sustancialmente más elevado que los tubos del primer paso, que pueden estar sometidos a un esfuerzo a la tracción pequeño o pueden estar bajo esfuerzo de compresión. En una realización preferida, un miembro tubular está dispuesto en torno de y rodea a todos los tubos y se extiende entre las placas de tubos y está
20 tá conectado a ellas. Dentro de este miembro tubular está retenido material fisible o escindible o fértil y está situado en torno a los tubos, habiendo medios de resorte para retener el combustible en su posición adecuada.

25 En el funcionamiento de un elemento combustible, el fluido a ser calentado, tal como vapor, aumenta de temperatura a medida que pasa a través de los tubos. De acuerdo con esto los tubos aumentan de temperatura y los tubos del segundo paso funcionan a una temperatura media sustancialmente más elevada que los tubos del primer paso. Por consi-
30



5 siguiente, la dilatación térmica de los tubos de los pasos primero y segundo es sustancialmente diferente, y como están conectados en sus extremos a placas de tubos comunes, los esfuerzos a que daría lugar esta dilatación diferencial serían bastante considerables y limitarían en forma severa el número permisible de ciclos de funcionamiento y proporcionarían una vida de fatiga relativamente baja. Con la disposición de pretensado del invento, los niveles de esfuerzo de funcionamiento producidos en el elemento se reducen y se aumenta la vida de fatiga del elemento.

En los dibujos:

la Figura 1 es una vista en sección longitudinal de un elemento combustible que incorpora el presente invento;

la Figura 2 es una vista extrema de este elemento;

15 la Figura 3 es una representación semejante a la de la Figura 1 pero que muestra una realización modificada; y

la Figura 4 es una vista extrema del elemento de la Figura 3.

Haciendo referencia a los dibujos, el elemento combustible comprende un par de placas de tubos 10 y 12 entre las cuales se extienden los tubos 14 y 16. Los tubos 16 son tubos del primer paso, y los tubos 14 son tubos del segundo paso y en la disposición ilustrativa hay cuatro tubos del primer paso y tres tubos del segundo paso. A la placa de tubos 12 está conectado el miembro de cabeza 18 que incluye el deflector de vapor 20.

25 El fluido a ser calentado por el elemento, tal como vapor que tiene que ser recalentado, pasa primero a través de los tubos 16 en la dirección indicada por la flecha 22, entrando este vapor en el deflector de vapor 20 y sien-



do dirigido desde allí a través de los tubos del segundo paso 14, saliendo de estos tubos en la dirección indicada por la flecha 24. Situadas en torno a los tubos 14 y 16 están las pastillas 26, las cuales están situadas en relación adyacente según se representa, y están provistas de aberturas adecuadas de manera que permitan que los tubos pasen a través de estas pastillas. Estas pastillas pueden estar hechas de, o contener, un material fisicnable tal como U^{233} , U^{235} , o Pu^{239} , o pueden ser de, o contener un material fértil tal como U^{238} o Th^{232} para su utilización en un diseño de reactor determinado. El UO_2 es un ejemplo de un material aceptable para las pastillas. Las pastillas están retenidas en su posición adecuada por medio de resortes 28, los cuales están comprimidos entre las arandelas 30 y la placa de tubos 10. Entre las pastillas 26 y la placa de tubos 12 está interpuesto un conjunto de aislamiento, que preferiblemente toma la forma de una masa de lana de acero inoxidable 29 interpuesta entre un par de arandelas 27.

En el diseño preferido del elemento combustible, se dispone un miembro tubular 32 que rodea los tubos 14 y 16 y el combustible que está situado en torno a estos tubos. Este miembro tubular 32 se extiende entre las placas de tubos 10 y 12 y está fijado a estas placas de tubos mediante soldadura. Ambas realizaciones de la Figura 1 y de la Figura 3 están provistas de este miembro tubular 32, y estas realizaciones difieren solamente en que la realización de la Figura 3 tiene una sección flexible 31 que forma parte del miembro tubular 32 y permite movimiento axial limitado relativamente libre entre las placas de tubos interconecta-



das 10 y 12. El miembro tubular 32 de la realización de la Figura 1 no tiene esta zona flexible.

5 El elemento combustible de la Figura 1 o de la Figura 3 puede ser empleado en un reactor en el que todo el elemento está rodeado por agua que, durante el funcionamiento del reactor., está en estado de ebullición para producir vapor, estando este agua en contacto con el miembro tubular 32. El vapor producido así puede ser dirigido entonces a través de los tubos 16 del primer paso y desde allí
10 a través de los tubos 14 del segundo paso para recalentarlos.

Con el fin de reducir los esfuerzos desarrollados en los tubos 14 y 16 a causa de la dilatación térmica diferente de estos tubos en funcionamiento, el elemento combustible del invento está en estado pretensado, es decir, es
15 pretensado al ser fabricado. Este pretensado es tal que cuando los tubos 14 y 16 y el miembro tubular 32 están a la misma temperatura, tal como a la temperatura ambiente (21°C), como la que existirá durante la fabricación, los
20 tubos del segundo paso estarán sometidos a tracción hasta un valor sustancial, mientras los tubos del primer paso pueden estar bajo mucha menos tracción o pueden estar en compresión.

Los tubos 14 y 16 y el miembro tubular 32 están hechos todos ellos de un material de aleación adecuado que
25 soporte las condiciones de funcionamiento a las que es sometido el elemento. Por ejemplo, pueden estar hechos estos miembros de Inconel-625.

Según se ha explicado previamente, el pretensado del
30 elemento se introduce durante la fabricación. En la reali-



zación de la Figura 3 solamente estarán pretensados los tubos 14 y 16, puesto que la región flexible 31 del miembro tubular 32 es tal que no tienen importancia los esfuerzos longitudinales en este miembro tubular. La parte flexible permite que las placas de tubos 10 y 12 se muevan la distancia necesaria para adaptarse a la dilatación térmica de los tubos 14 y 16 sin desarrollar ningún esfuerzo importante en el miembro tubular 32. Esto no es así, sin embargo, en la realización de la Figura 1. En esta realización de la Figura 1 no hay ninguna región flexible en el miembro tubular 32. De acuerdo con esto, también es pretensado este miembro tubular en la fabricación de esta realización del elemento combustible.

Para ilustrar como puede fabricarse el elemento combustible del invento, y haciendo referencia en particular a la Figura 1, en un elemento de Inconel-625 de 152 cm. de longitud aproximadamente y en el que el miembro tubular 32 tiene alrededor de 38 mm. de diámetro, son montados en su relación adecuada las placas de tubos, los tubos 14 y 16, y las otras partes del elemento. Los tubos 14 y 16 son soldados a una de las placas de tubos, por ejemplo a la placa de tubos 10. El miembro tubular 32, que en la disposición que está siendo descrita ahora no tiene sección flexible, es soldado a ambas placas de tubos. Los tubos del primer paso son algo más cortos que el miembro tubular 32, por ejemplo 0,79 mm. más cortos, y los tubos del segundo paso son más cortos que los tubos del primer paso, por ejemplo 1,01 mm. más cortos. El elemento es colocado en un útil y se comprime el elemento 0,79 mm. de manera que los tubos del primer paso queden enrasados con la placa de tubos 12.



Entonces son soldados los tubos del primer paso a esta placa de tubos. El elemento es comprimido entonces 1,01 mm. más, hasta que los tubos del segundo paso están enrasados con la placa de tubos 12 y se sueldan entonces los tubos del segundo paso. Entonces se retira el elemento del útil con el resultado de que a la temperatura ambiente normal (21°C) los tubos del segundo paso están sometidos a una tracción de 1.617, kg/cm², mientras los tubos del primer paso están sometidos a una tracción de 243, kg/cm² y el miembro tubular 32 está sometido a una compresión de 1.616, kg/cm². Con esta disposición los esfuerzos que se desarrollan en los tubos 14 y 16 y en el miembro tubular 32 cuando el elemento combustible está a su temperatura de funcionamiento normal en un reactor, serán sustancialmente menores que si no se hubiera inducido en el elemento este pretensado. En una disposición particular en la que el miembro tubular 32 está rodeado por agua a 382°C y en la que los tubos del primer paso 16 tienen una temperatura de entrada de vapor de 382°C y los tubos 14 del segundo paso tienen una temperatura de salida de vapor de 510°C, los esfuerzos longitudinales con este pretensado serán:

	Esfuerzo de compresión de los tubos del segundo	
	paso - - - - -	1.223 kg/cm ²
	Esfuerzo de compresión de los tubos del pri-	
25	mer paso - - - - -	452, "
	Esfuerzo de tracción del miembro tubular 32 -	785 "

Si no se utilizara pretensado, los esfuerzos desarrollados serían:

240



nuclear, que comprende una pluralidad de tubos que se extienden entre un par de placas de tubos y están interconectados con ellas, un material fisible o escindible y/o fértil situado en torno a dichos tubos, medios que fijan parte de dicho elemento mediante los cuales un fluido a ser calentado puede ser dirigido para que pase primero a través de algunos de dichos tubos y después en serie a través de otros de dichos tubos, caracterizado por el hecho de que dicho elemento está pretensado de tal manera que a la temperatura ambiente los tubos del segundo paso están bajo un esfuerzo a la tracción sustancial, mientras los tubos del primer paso están bajo un esfuerzo a la tracción considerablemente menor o bajo esfuerzo de compresión, de manera que durante el funcionamiento en un reactor en el que los tubos del segundo paso están a una temperatura más elevada que los tubos del primer paso, los esfuerzos en estos tubos serán menores de lo que serían sin este pretensado.

2º.- Un dispositivo de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por un miembro tubular metálico que se extiende entre dichas placas de tubos y está fijado a ellas y que rodea dichos tubos y dicho material fisible y/o fértil, estando dicho miembro tubular sustancialmente libre de esfuerzos longitudinales tanto a la temperatura ambiente como a la temperatura de funcionamiento del elemento combustible, mientras dichos tubos están pretensados de tal manera que a la temperatura ambiente dichos tubos del segundo paso están sometidos a tracción y dichos tubos del primer paso están sometidos a compresión.

3º.- Un dispositivo de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por un miembro tubular me-



5 tállico que se extiende entre las placas de tubos y está fijado a ellas, estando pretensado dicho miembro tubular junto con los tubos, siendo tal el pretensado que a la temperatura ambiente los tubos del segundo paso están sometidos a tracción, los tubos del primer paso están sometidos a tracción, pero a una tracción considerablemente menor que los tubos del segundo paso, y dicho miembro tubular está sometido a una compresión sustancial.

10 4º.- Un dispositivo de combustible de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que dichos tubos y dicho miembro tubular son del mismo material, tal como Inconel.

15 5º.- Un dispositivo de combustible para un reactor nuclear.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

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

20

Madrid,

21 JUN. 1964

P.A.

Albarrán
For Foces



I/I

ENGINEERING, INC.

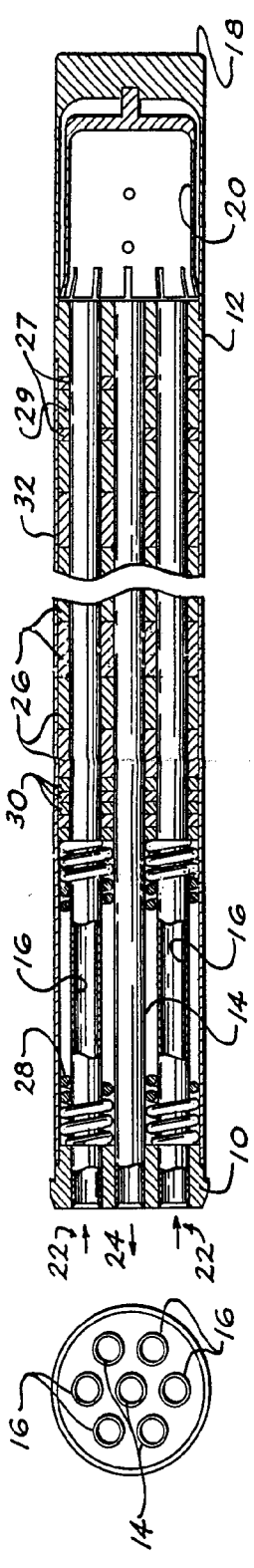


FIG 2

FIG 1

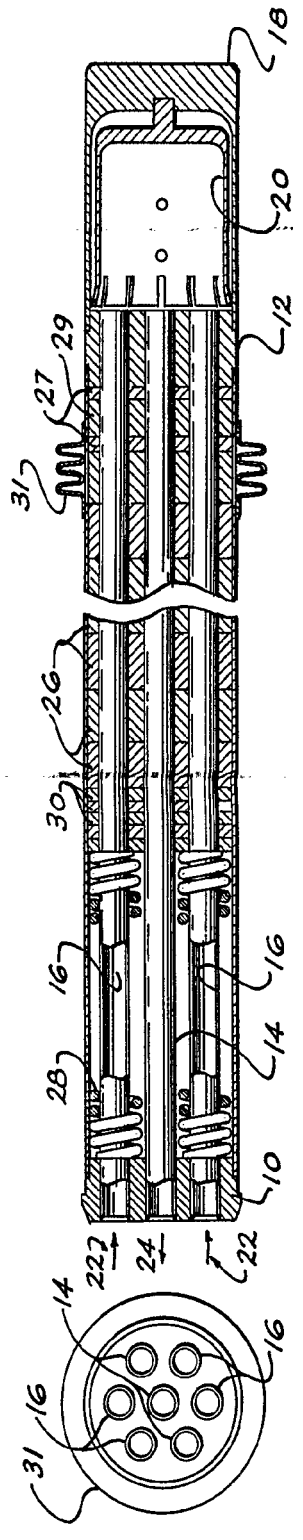


FIG 4

FIG 3

Handwritten signature or initials in the bottom right corner.

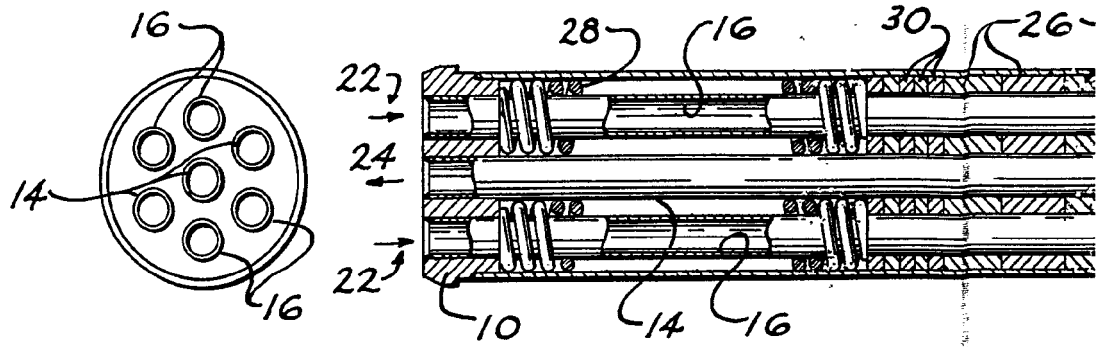


FIG 2

F

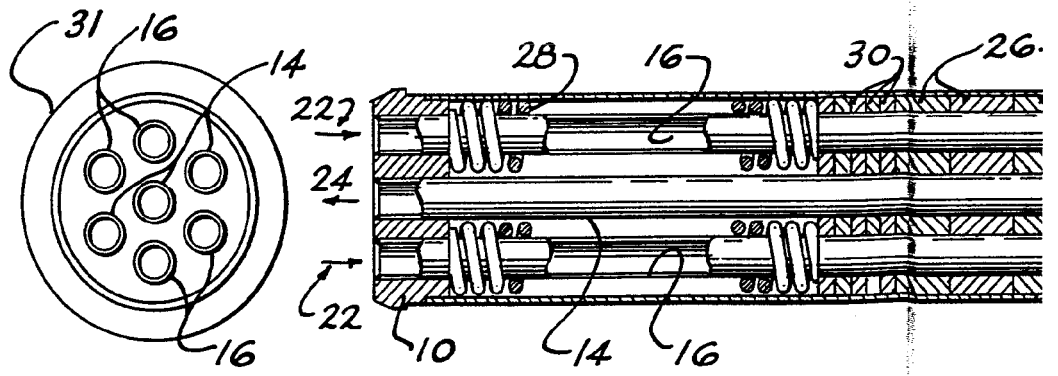


FIG 4

FIG

33124

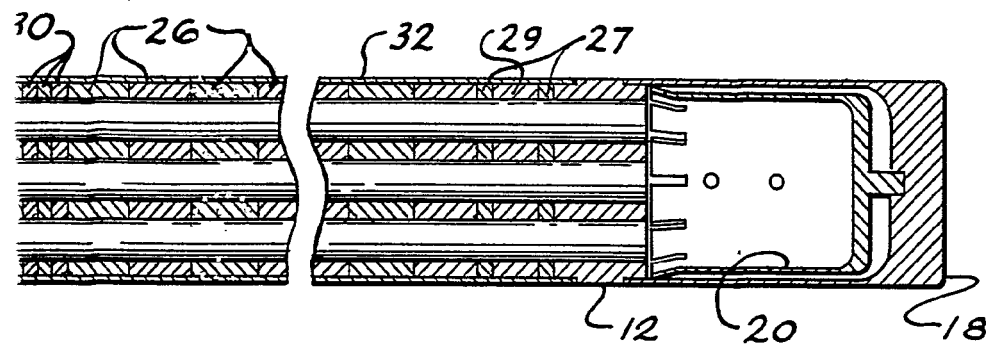


FIG 1

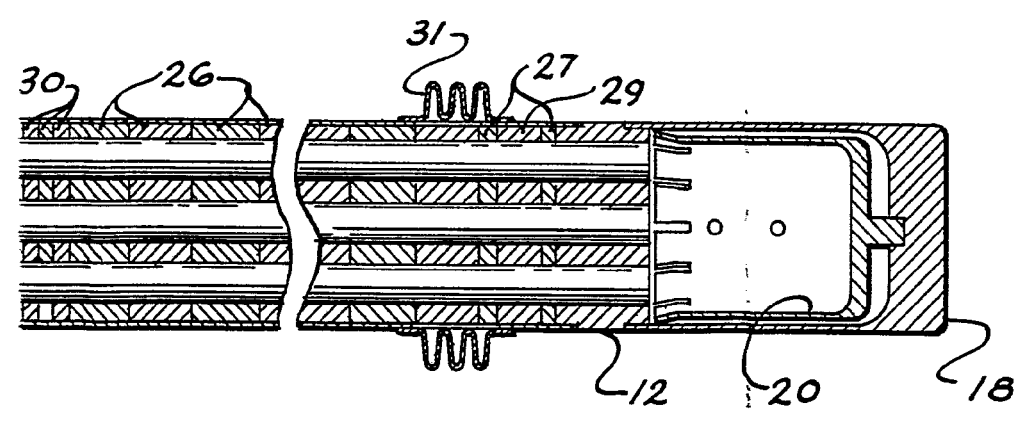


FIG 3

[Handwritten signature]
1911