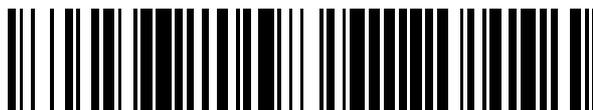


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 677**

51 Int. Cl.:

F28F 13/06 (2006.01)

F22B 37/20 (2006.01)

F22B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2012 E 12767938 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2694904**

54 Título: **Amortiguación de flujo en una vía de tubos de un generador de vapor**

30 Prioridad:

04.04.2011 US 201161471328 P
04.08.2011 US 201113197890

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2016

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US

72 Inventor/es:

WEPFER, ROBERT M.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 586 677 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Amortiguación de flujo en una vía de tubos de un generador de vapor

Antecedentes**1. Campo**

- 5 La presente invención versa, en general, acerca de generadores de vapor con tubos en U y carcasa y, más en particular, acerca de tales generadores que amortiguan los tubos de intercambio de calor del flujo de alta velocidad de fluido de recirculación y del agua de alimentación en la vía de tubos.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Un generador de vapor de un reactor nuclear de agua a presión, por ejemplo según se describe en el documento US 5699395 A, comprende normalmente una carcasa orientada verticalmente, una pluralidad de tubos con forma de U dispuestos en la carcasa, de manera que formen un haz de tubos, una placa de tubos para soportar los tubos en los extremos opuestos a la curvatura similar a una U, una placa divisoria que coopera con la placa de tubos y un cabezal inferior que forma un colector de entrada de fluido primario en un extremo del haz de tubos y un colector de salida de fluido primario en el otro extremo del haz de tubos. Una tobera de entrada de fluido primario se encuentra en comunicación de fluido con el colector de entrada de fluido primario y una tobera de salida de fluido primario se encuentra en comunicación de fluido con el colector de salida de fluido primario. El lado secundario del generador de vapor comprende una camisa envolvente dispuesta entre el haz de tubos y la carcasa para formar una cámara anular compuesta de la carcasa en el exterior y de la camisa envolvente en el interior y el anillo de distribución del agua de alimentación dispuesto por encima del extremo de curvatura similar a una U del haz de tubos.

20 El fluido primario que ha sido tratado mediante circulación a través del reactor entra en el generador de vapor a través de la tobera de entrada de fluido primario. De la tobera de entrada de fluido primario, se conduce al fluido primario a través del colector de entrada de fluido de primario, a través del haz de tubos en U, saliendo del colector de salida de fluido primario y a través de la tobera de salida de fluido primario al resto del sistema de refrigeración del reactor. Al mismo tiempo, se introduce agua de alimentación en el lado secundario del generador de vapor, es decir, el lado del generador de vapor que se comunica con el exterior del haz de tubos por encima de la placa de tubos, a través de una tobera de agua de alimentación que está conectada con un anillo de distribución del agua de alimentación en el interior del generador de vapor. En una realización, tras entrar en el generador de vapor, el agua de alimentación se mezcla con el agua que vuelve de los separadores de humedad. Esta mezcla, denominada flujo de bajante, es conducida descendentemente a la cámara anular adyacente a la carcasa hasta que la placa de tubos ubicada en la parte inferior de la cámara anular provoca que el agua cambie de dirección, pasando en una relación de transferencia de calor con el exterior de los tubos en U y ascendiendo a través del interior de la camisa envolvente. Mientras circula el agua en una relación de transferencia de calor con el haz de tubos, se transfiere el calor del fluido primario en los tubos al agua que rodea los tubos haciendo que se convierta en vapor una porción del agua que rodea a los tubos. Para diferenciar esta mezcla de vapor/agua del flujo de bajante de fase única, el flujo de fluido que rodea los tubos está diseñado como el flujo del haz de tubos. Entonces, el vapor se eleva y es conducido a través de un número de separadores de humedad que separan el agua arrastrada del vapor y, entonces, el vapor sale del generador de vapor y, normalmente, se lo hace circular a través de una turbina para generar electricidad de una forma bien conocida en la técnica.

40 Dado que el fluido primario contiene materiales radiactivos y está aislado del agua de alimentación únicamente por medio de las paredes del tubo en U, las paredes del tubo en U forman parte del límite primario para aislar estos materiales radiactivos. Por lo tanto, es importante que se mantengan los tubos en U libres de defectos, estando bien soportados, de forma que no se produzcan roturas en los tubos en U que provocarán que los materiales radiactivos del fluido primario entren en el lado secundario, lo que sería un resultado no deseable. El soporte para los tubos en U se logra principalmente por medio de una pluralidad de placas de soporte de tubos transversales separadas y en tándem que están colocadas axialmente a lo largo de la altura del haz de tubos y a través de las cuales pasan los tubos de intercambio de calor, extendiéndose sus extremos a través de la placa de tubos, y fijados a la misma. Los agujeros en las placas de soporte tienen, normalmente, partes planas que soportan lateralmente los tubos de intercambio de calor, y salientes entre las partes planas que permiten el paso del flujo y del vapor del haz de tubos. Sin embargo, se ha documentado un desgaste de los tubos en las placas de soporte de tubos de las unidades generadoras de vapor después de periodos prolongados de operación y que posiblemente tienen un ensuciamiento de los tubos y/o de la placa de soporte de los tubos. Las mayores indicaciones tienen una profundidad de 28%. De 79 indicaciones totales documentadas en un generador de vapor, 58, equivalente al 78% del número total de indicaciones, se producen en las filas 1-5 de los tubos de intercambio de calor. De estas 79 indicaciones totales, un 34% se producen en los tubos de la fila 1. La mayoría de estas se producen a mayores elevaciones de la placa de soporte de tubos, en las que se reduce la amortiguación y se aumentan las velocidades. Estas filas son adyacentes a la región de la vía de tubos, centrada entre las ramas calientes y frías de los tubos, y son sometidas a mayores velocidades y, por lo tanto, pueden experimentar una sacudida inducida por la turbulencia. Es bien conocido que las fuerzas de turbulencia son atenuadas rápidamente en las primeras pocas filas de los tubos de intercambio de calor y los datos demuestran la presencia de este fenómeno por la distribución de indicaciones de desgaste.

En consecuencia, un objeto de la presente invención es reducir el desgaste de los tubos de intercambio de calor en las placas de soporte de tubos adyacentes a la vía de tubos en un generador de vapor de tubos y carcasa.

5 Además, un objeto de la presente invención es reducir el desgaste de los tubos de intercambio de calor en el entorno de las placas de soporte de tubos adyacentes a la vía de tubos sin reducir la eficacia del generador de vapor.

Además, un objeto de la presente invención es reducir el desgaste de los tubos de intercambio de calor en el entorno de las placas superiores de soporte de tubos en las primeras pocas filas de tubos de intercambio de calor adyacentes a la vía de tubos.

Sumario

10 Se consiguen estos y otros objetos por medio de un generador de vapor de tubos y carcasa según la reivindicación 1 que tiene un colector de fluido cerrado en un extremo por medio de un primer lado de una placa de tubos y separado en un plenum de entrada y un plenum de salida por medio de una placa divisoria. El generador de vapor tiene una pluralidad de tubos huecos con forma de U de intercambio de calor que tienen, respectivamente, una rama fría y una rama caliente, conectadas las ramas fría y caliente por medio de una sección curvada con forma de U en un extremo y que termina, respectivamente, en una sección de entrada de la rama caliente y una sección de salida de la rama fría en otro extremo, extendiéndose la sección de entrada de la rama caliente a través de la placa de tubos y abriéndose al plenum de entrada y extendiéndose la sección de salida de la rama fría a través de la placa de tubos y abriéndose al plenum de salida. El generador de vapor tiene, además, una vía de tubos en un lado de la carcasa de la placa de tubos, opuesta al primer lado, y centrada entre las ramas calientes y frías, y que tiene un lado adyacente, respectivamente, a los mismos, de la pluralidad de tubos huecos con forma de U de intercambio de calor. La mejora se consigue, en combinación con los anteriores elementos, por medio de una pluralidad de barras alargadas de amortiguación que se extienden dentro y a ambos lados de la vía de tubos en una dirección sustancialmente perpendicular a la placa de tubos. Las barras de amortiguación están soportadas de forma que no se comunican con el fluido primario en el colector de fluido primario.

25 En una realización, el diámetro exterior más grande de las barras de amortiguación tiene sustancialmente el mismo diámetro exterior que los tubos huecos con forma de U de intercambio de calor en toda la longitud de las barras de amortiguación de flujo. En otra realización las barras de amortiguación tienen una longitud axial y el diámetro exterior de las barras de amortiguación varía en la longitud axial. Preferentemente, la longitud axial varía de forma escalonada y el generador de vapor incluye una pluralidad de placas separadas de soporte de tubos, apiladas en tándem y orientadas, respectivamente, transversales con respecto a la longitud axial de las barras de amortiguación y encontrándose el mayor diámetro de las barras de amortiguación en la placa de soporte de tubos a la que se extienden las barras de amortiguación que está más alejada de la placa de tubos.

30 En otra realización más, las barras de amortiguación están conectadas en un extremo con la placa de tubos. Preferentemente, las barras de amortiguación se extienden a la placa de tubos sin extenderse a través de la placa de tubos.

35 En una realización adicional, el generador de vapor tiene una dimensión axial que se extiende alejándose del colector de fluido primario, perpendicular a la placa de tubos e incluye, además, una pluralidad de placas separadas de soporte de tubos, apiladas en tándem y orientadas, respectivamente, transversales con respecto al eje, a través de las que pasan las ramas calientes de los tubos y las ramas frías de los tubos. Las barras de amortiguación se extienden entre al menos algunas de las placas de soporte de tubos. Preferentemente, las barras de amortiguación se extienden desde la placa de tubos a través de sustancialmente todas las placas de soporte de tubos.

40 En una realización, al menos una porción de la longitud axial de las barras de amortiguación es hueca y la porción hueca de las barras de amortiguación tiene un grosor de pared que es al menos igual o mayor que un grosor de pared de la pluralidad de tubos huecos con forma de U de intercambio de calor. En otra realización más, las barras de amortiguación son macizas.

45 De forma alternativa, las barras de amortiguación pueden comenzar a extenderse desde una elevación por encima de la placa de tubos y pueden terminar por debajo de una placa superior de soporte de tubos. Además, las barras de amortiguación pueden extenderse a través de agujeros en al menos dos placas adyacentes de soporte de tubos, estando desplazados al menos algunos de los agujeros a través de los que se extienden las barras de amortiguación en una de las dos placas adyacentes de soporte de tubos con respecto a los agujeros correspondientes en otra de las dos placas adyacentes de soporte de tubos. Preferentemente, el desplazamiento es de hasta aproximadamente cuatro milímetros.

Breve descripción de los dibujos

55 Se puede obtener una mayor comprensión de la invención a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferentes cuando es leída junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente recortada, de un generador de vapor de tubos verticales y carcasa;

la Figura 2 es una vista en planta que muestra una porción de una de las placas de soporte de tubos en torno al área de la vía de tubos, con barras de amortiguación insertadas a través de los agujeros de flujo que se extienden en ambos lados de la vía de tubos;

la Figura 3 es una vista lateral, parcialmente en sección, de un esquema de una porción inferior de un generador de vapor que muestra las barras de amortiguación de la presente invención extendiéndose desde la placa de tubos subiendo a través de la placa superior de soporte de tubos; y

la Figura 4 es un esquema, parcialmente en sección, de la porción inferior de un generador de vapor que muestra las barras de amortiguación que se extienden desde encima de la placa de tubos a través de una pluralidad de placas de soporte de tubos por debajo de la placa superior de soporte de tubos.

Descripción de la realización preferente

Con referencia ahora a los dibujos, la Figura 1 muestra un generador 10 de vapor que utiliza una pluralidad de tubos con forma de U que forman un haz 12 de tubos para proporcionar la superficie de calentamiento requerida para transferir calor desde un fluido primario para vaporizar o hervir un fluido secundario. El generador 10 de vapor comprende una vasija que tiene una porción orientada verticalmente 14 de carcasa tubular y un compartimento superior o cabezal cóncavo 16 que rodea el extremo superior y un cabezal inferior 18 con forma generalmente hemisférica que rodea el extremo inferior. La porción inferior 14 de carcasa tiene un diámetro menor que la porción superior 15 de carcasa y una transición 20 con forma troncocónica conecta las porciones superior e inferior de carcasa. Hay fijada una placa 22 de tubos al cabezal inferior 18 y tiene una pluralidad de agujeros 24 dispuestos en el mismo para recibir extremos de los tubos 13 con forma de U. Hay dispuesta centralmente una placa divisoria 26 en el cabezal inferior 18 para dividir el cabezal inferior en dos compartimentos 28 y 30, que sirven de colectores para el haz 12 de tubos. El compartimento 30 es el compartimento de entrada de fluido primario y tiene una tobera 32 de entrada de fluido primario en comunicación de fluido con el mismo. Por lo tanto, se hace que el fluido primario, es decir, el refrigerante del reactor que entra en el compartimento 30 de fluido, fluya a través del haz 12 de tubos y al exterior a través de la tobera 34 de salida.

El haz 12 de tubos está rodeado por una camisa envolvente 36 que forma un paso anular 38 entre la camisa envolvente 36 y la carcasa y porciones cónicas 14 y 20, respectivamente. La parte superior de la camisa envolvente está cubierta por una placa inferior 40 de cubierta que incluye una pluralidad de aberturas 42 en comunicación de fluido con una pluralidad de tubos 44 más grandes. Hay dispuestos álabes deflectores 46 en el interior de los tubos 44 más grandes para hacer que gire la corriente que fluye a través de los mismos y se elimine de forma centrífuga parte de la humedad contenida en el vapor según fluye a través de este separador centrífugo primario. El agua separada del vapor en este separador primario es devuelta a la superficie superior de la placa inferior 40 de cubierta. Después de fluir a través del separador centrífugo, el vapor pasa a través de un separador secundario 48 antes de alcanzar una tobera 50 de salida de vapor dispuesta centralmente en el cabezal cóncavo 16.

La estructura de entrada de agua de alimentación de este generador incluye una tobera 52 de entrada de agua de alimentación que tiene, en general, una porción horizontal denominada anillo 54 de distribución y una pluralidad de toberas 56 de descarga elevadas por encima del anillo de distribución. El agua de alimentación, que es suministrada a través de la tobera 52 de entrada del agua de alimentación, pasa a través del anillo 54 de distribución del agua de alimentación y sale a través de las toberas 56 de descarga y, en una realización de la técnica anterior, se mezcla con agua que fue separada del vapor y a la que se hace recircular. Entonces, la mezcla fluye descendientemente desde encima de la placa inferior 40 de cubierta al interior del paso anular 38 de bajante. Entonces, el agua entra en el haz 12 de tubos en la porción inferior de la camisa envolvente 36 y fluye entre el haz de tubos, y subiendo por el mismo, donde es calentada para generar vapor.

La acción de ebullición del agua y el flujo de fluidos que pasa por los tubos de intercambio de calor puede provocar una excitación fluidoelástica que puede tener como resultado vibraciones de los tubos de intercambio de calor, lo que puede acelerar su desgaste. Hay colocada una pluralidad de placas separadas en tándem 58 de soporte de tubos de intercambio de calor transversalmente con respecto a la dimensión axial de la carcasa 14 y tienen agujeros a través de los que se extienden los tubos de intercambio de calor. Los agujeros están diseñados específicamente tanto para soportar los tubos de intercambio de calor como para proporcionar aberturas para que pasen el agua de alimentación y el vapor de recirculación a través de las mismas. La Figura 2 muestra una vista en planta de una porción de una placa de soporte de tubos de intercambio de calor en el área de la vía de tubos que se extiende por debajo de la región de la curvatura en forma de U de los tubos de intercambio de calor. Se ilustran los tubos 13 de transferencia de calor en varias de las filas 1, 2 y 3 de los agujeros 64 para tubos. Se muestran los tubos 13 de intercambio de calor en varios de los agujeros brochados 64, pero no en todos ellos, aunque se debería comprender, que los tubos de intercambio de calor se extienden a través de sustancialmente cada uno de los agujeros brochados mostrados. Los tubos 13 están soportados sobre las partes planas 70 de los agujeros 64 y se conduce el flujo de refrigerante en torno a los tubos a través de los salientes 66. Las Filas 1, 2 y 3 son las más susceptibles a una vibración y al desgaste inducidos por turbulencia, que son resultado del flujo transversal en la vía central 60 de tubos. Por lo tanto, los tubos 13 de intercambio de calor en las filas 1, 2 y 3 experimentan una sacudida inducida por turbulencia. Los datos de desgaste de los tubos de intercambio de calor recogidos de los generadores operativos

validan que se atenúan rápidamente las fuerzas de turbulencia en las primeras pocas filas de los tubos 13 de intercambio de calor. Los agujeros 74 de flujo más cercanos a la línea central de la placa de soporte de tubos limitan el flujo unidireccional de agua a través de la región de vía de tubos del haz de tubos y distribuyen el flujo antes de la entrada en la región curvada con forma de U de flujo cruzado. Se utilizan ranuras de flujo en vez de agujeros 74 de flujo para las placas inferiores de soporte de tubos.

Según el presente documento, se extienden barras alargadas 62 de amortiguación a través de los agujeros 74 de flujo en ambos lados de la vía 60 de tubos y sustancialmente impiden que las filas 1, 2 y 3 de los tubos 13 de intercambio de calor sean sacudidas por el paso de agua a través de los agujeros 74 de flujo, y transversalmente con respecto a los mismos. Por lo tanto, los amortiguadores 62 de flujo de la vía de tubos están ubicados entre la región libre de tubos de flujo unidireccional a lo largo de la vía 60 de tubos y tienen el efecto de atenuar las velocidades laterales que se producen cuando el flujo a través de la vía de tubos pasa por cada placa sucesiva 58 de soporte de tubos y/o incide sobre la misma. Las barras 62 de amortiguación pueden estar soportadas lateralmente por agujeros redondos, tales como agujeros 74 de flujo o agujeros brochados tales como los agujeros 64 de soporte de tubos, y pueden estar fabricadas de acero inoxidable u otro material resistente a la erosión/corrosión. En la realización preferente, las barras 62 de amortiguación de flujo se extenderán desde la cara secundaria de la placa 22 de tubos hasta unos centímetros más allá de la placa superior 68 de soporte de tubos. La Figura 3 muestra, de forma esquemática, un corte transversal de la porción inferior de un generador de vapor que contiene el haz 12 de tubos, mostrándose únicamente con un número representativo de tubos con forma de U. En este ejemplo, hay dispuestas ocho placas 58 de soporte en tándem, separadas a lo largo del eje del generador. Las placas de soporte de tubos están soportadas lateralmente mediante una pluralidad de barras 72 de apoyo que están fijadas a la placa 22 de tubos en sus extremos inferiores bien mediante soldadura o bien atornilladas en un rebaje roscado en la cara superior de la placa de tubos. Las barras de apoyo se extienden desde la placa de tubos a través de aberturas redondas en cada una de las placas 58 de soporte de tubos, terminando a poca distancia por encima de la placa superior 68 de soporte. Aunque, con fines ilustrativos, solo se muestran dos barras 72 de apoyo en la Figura 3, en realidad, se proporciona un número sustancial de barras de apoyo adicionales entre las ramas calientes y frías de los tubos 13 de intercambio de calor para soportar las placas de soporte de tubos contra un movimiento lateral. De forma similar, en esta realización preferente, las barras 62 de amortiguación se extienden desde el rebaje en la cara superior de la placa 22 de tubos, en el que pueden fijarse similarmente y extenderse ascendentemente unos centímetros por encima de la placa superior 68 de soporte de tubos. Preferentemente, las barras 62 de amortiguación están fabricadas con el mismo diámetro que el tubo 13 de intercambio de calor, por lo que no habrá impedimento para operaciones de mantenimiento, tales como inspecciones en el interior del haz o una limpieza de lodos con lanza de proyección, y las barras no tendrán un aspecto distinto de dos filas adicionales de tubos. La reducción en la anchura de la vía de tubos resultante de la presencia de las barras de amortiguación no afectará a la capacidad de mantenimiento, dado que la anchura de la vía de tubos seguirá siendo mayor que la de las unidades generadoras de vapor más limitantes.

La Figura 4 muestra un esquema de generador de vapor ilustrado anteriormente en la Figura 3, extendiéndose las barras 62 de amortiguación desde una elevación por encima de la placa 22 de tubos y, en este caso, por encima de la placa más baja 76 de soporte de tubos de intercambio de calor, hasta una elevación inmediatamente por encima de la placa 58 de soporte de tubos de intercambio de calor por debajo de la placa superior 68 de soporte de tubos de intercambio de calor. Además, se muestra que las barras 62 de amortiguación tienen un diámetro escalonado, extendiéndose el diámetro mayor a través de las placas superiores 58 de soporte de los tubos de intercambio de calor para proporcionar más protección contra las sacudidas en las áreas de mayor turbulencia. Además, las barras 62 de amortiguación pueden tener paredes gruesas, en comparación con las paredes de los tubos de intercambio de calor, según se muestra en el extremo superior de las barras de amortiguación ilustradas en la Figura 4 o ser macizas, según se ilustra en la Figura 3. Además, las posiciones de la línea central de los agujeros de soporte de barras de amortiguación y de los tubos de intercambio de calor en placas alternas de soporte de tubos pueden estar desplazadas hasta cuatro milímetros para controlar adicionalmente la vibración tanto de las barras 62 de amortiguación como de los tubos 13 de intercambio de calor. Esto proporcionará precargas ligeras que ayudarán a eliminar el desgaste por impactos, que tiene mayores tasas de desgaste que un desgaste de tipo por frotamiento.

Aunque se han descrito con detalle realizaciones de la invención, los expertos en la técnica apreciarán que se podrían desarrollar diversas modificaciones y alternativas a esos detalles teniendo en cuenta las enseñanzas generales de la divulgación. En consecuencia, se pretende que las realizaciones particulares solo sean ilustrativas y no limitantes en cuanto al alcance de la invención, al que se le debe dar la total amplitud de las reivindicaciones adjuntas y cualesquiera y la totalidad de los equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un generador (10) de vapor de tubos y carcasa para transferir calor de un fluido primario a un fluido secundario, comprendiendo el generador (10) de vapor:
- 5 un colector (18) de fluido primario cerrado en un extremo por un primer lado de una placa (22) de tubos y separado en un plenum (30) de entrada y un plenum (28) de salida por medio de una placa divisoria (26); una pluralidad de tubos huecos (13) con forma de U de intercambio de calor que tienen, respectivamente, un diámetro y una rama fría y una rama caliente, conectadas la rama fría y la rama caliente por medio de una sección curvada con forma de U en un extremo y que terminan, respectivamente, en una sección de
- 10 entrada de la rama caliente y una sección de salida de la rama fría en otro extremo con la sección de entrada de la rama caliente que se extiende a través de la placa (22) de tubos y que se abre al plenum (30) de entrada y la sección de salida de la rama fría que se extiende a través de la placa (22) de tubos y que se abre al plenum (28) de salida;
- 15 una vía central (60) de tubos en un lado de la carcasa de la placa (22) de tubos, opuesta al primer lado, y centrada entre las ramas calientes y las ramas frías, y que tiene un lado adyacente, respectivamente, a los mismos, de la pluralidad de tubos huecos con forma de U de intercambio de calor, extendiéndose la vía central (60) de tubos por debajo de la sección curvada con forma de U de la pluralidad de tubos con forma de U de intercambio de calor; y **caracterizado porque** dicho generador comprende, además:
- 20 una pluralidad de barras alargadas de amortiguación de flujo que se extienden en la vía central (60) de tubos, y en ambos lados de la misma, en una dirección sustancialmente perpendicular a la placa (22) de tubos, no comunicándose las barras de amortiguación de flujo con el fluido primario en el colector de fluido primario y en la que el mayor diámetro exterior de las barras de amortiguación de flujo tiene sustancialmente el mismo diámetro exterior que los tubos huecos con forma de U de intercambio de calor en elevaciones a lo largo de los tubos huecos con forma de U de intercambio de calor y en la que
- 25 las barras de amortiguación de flujo están colocadas para impedir sustancialmente que los tubos de intercambio de calor sean sacudidos por el paso de agua a través de la vía central (60) de tubos.
2. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 1, en el que el diámetro exterior más grande de las barras de amortiguación de flujo tiene sustancialmente el mismo diámetro exterior que los tubos huecos con forma de U de intercambio de calor a lo largo de toda la longitud de las barras de amortiguación de flujo.
- 30 3. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 1, en el que las barras de amortiguación de flujo tienen una longitud axial y el diámetro exterior de las barras de amortiguación de flujo varía a lo largo de la longitud axial de las barras de amortiguación de flujo.
4. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 3, en el que la longitud axial varía de forma escalonada.
- 35 5. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 4, que incluye una pluralidad de placas separadas de soporte de tubos, apiladas en tándem y colocadas, respectivamente, transversales con respecto a la longitud axial de las barras de amortiguación de flujo y en el que el diámetro más grande de las barras de amortiguación de flujo está en la placa de soporte de tubos en la que se extienden las barras de amortiguación de flujo, que se encuentra más alejada de la placa de tubos.
- 40 6. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 1, en el que las barras de amortiguación de flujo están conectadas en un extremo a la placa de tubos.
7. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 6, en el que las barras de amortiguación de flujo se extienden a la placa de tubos sin extenderse a través de la placa de tubos.
- 45 8. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 1, en el que el generador de vapor tiene una dimensión axial que se extiende alejándose del colector de fluido primario, perpendicular con respecto a la placa de tubos e incluye, además, una pluralidad de placas separadas de soporte de tubos, apiladas en tándem y colocadas, respectivamente, transversales con respecto al eje, a través de las cuales pasan las ramas calientes y las ramas frías, extendiéndose las barras de amortiguación de flujo entre al menos algunas de las placas de soporte de tubos.
- 50 9. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 8, en el que se extienden las barras de amortiguación de flujo desde la placa de tubos a través de sustancialmente todas las placas de soporte de tubos.
10. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 8, en el que al menos una porción de la longitud axial de las barras de amortiguación de flujo es hueca y la porción hueca de las barras de amortiguación de

flujo tiene un grosor de pared que es al menos igual o mayor que un grosor de pared de la pluralidad de tubos huecos con forma de U de intercambio de calor.

11. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 8, en el que las barras de amortiguación de flujo son macizas.
- 5 12. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 8, en el que las barras de amortiguación de flujo comienzan a extenderse desde una elevación por encima de la placa de tubos.
13. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 8, en el que las extensiones de las barras de amortiguación de flujo terminan por debajo de una placa superior de soporte de tubos.
- 10 14. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 8, en el que las barras de amortiguación de flujo se extienden a través de agujeros en al menos dos placas adyacentes de soporte y al menos algunos de los agujeros a través de los que se extienden las barras de amortiguación de flujo en una de las dos placas adyacentes de soporte de tubos están desplazados con respecto a los agujeros correspondientes en otra de las dos placas adyacentes de soporte.
- 15 15. El generador de vapor de tubos y carcasa de la Reivindicación 14, en el que el desplazamiento es de hasta aproximadamente 4 mm.

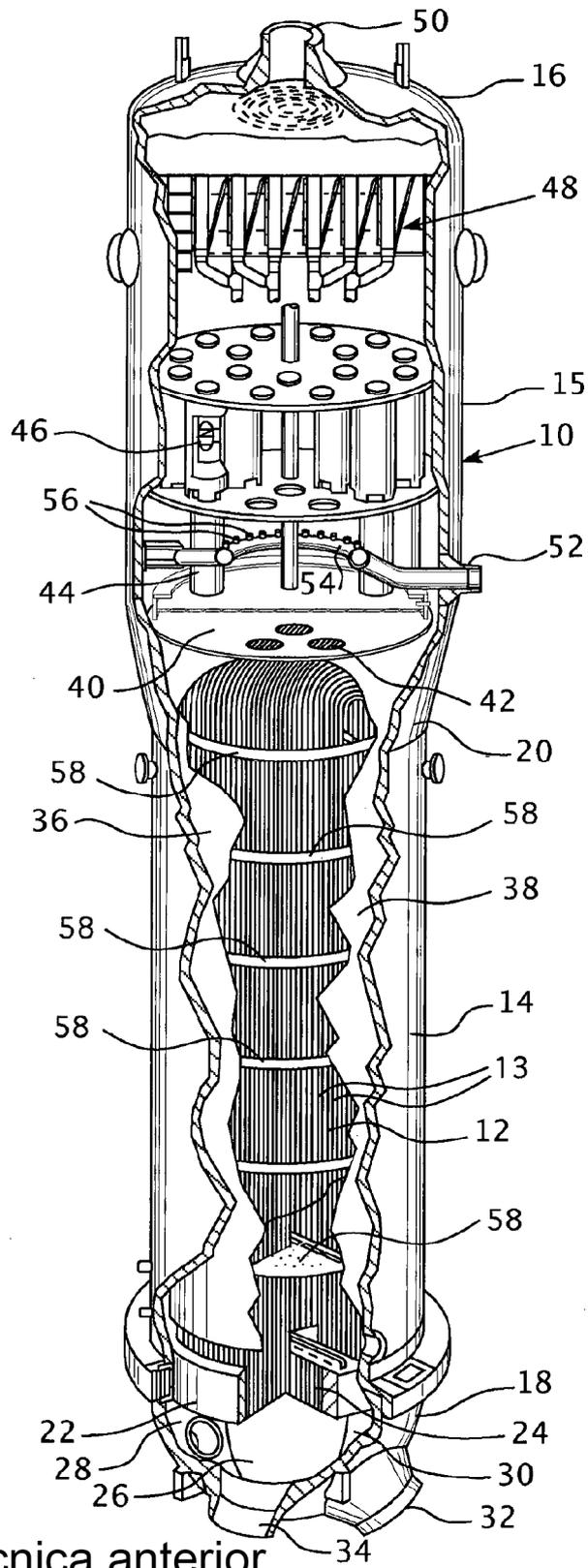


FIG. 1 Técnica anterior

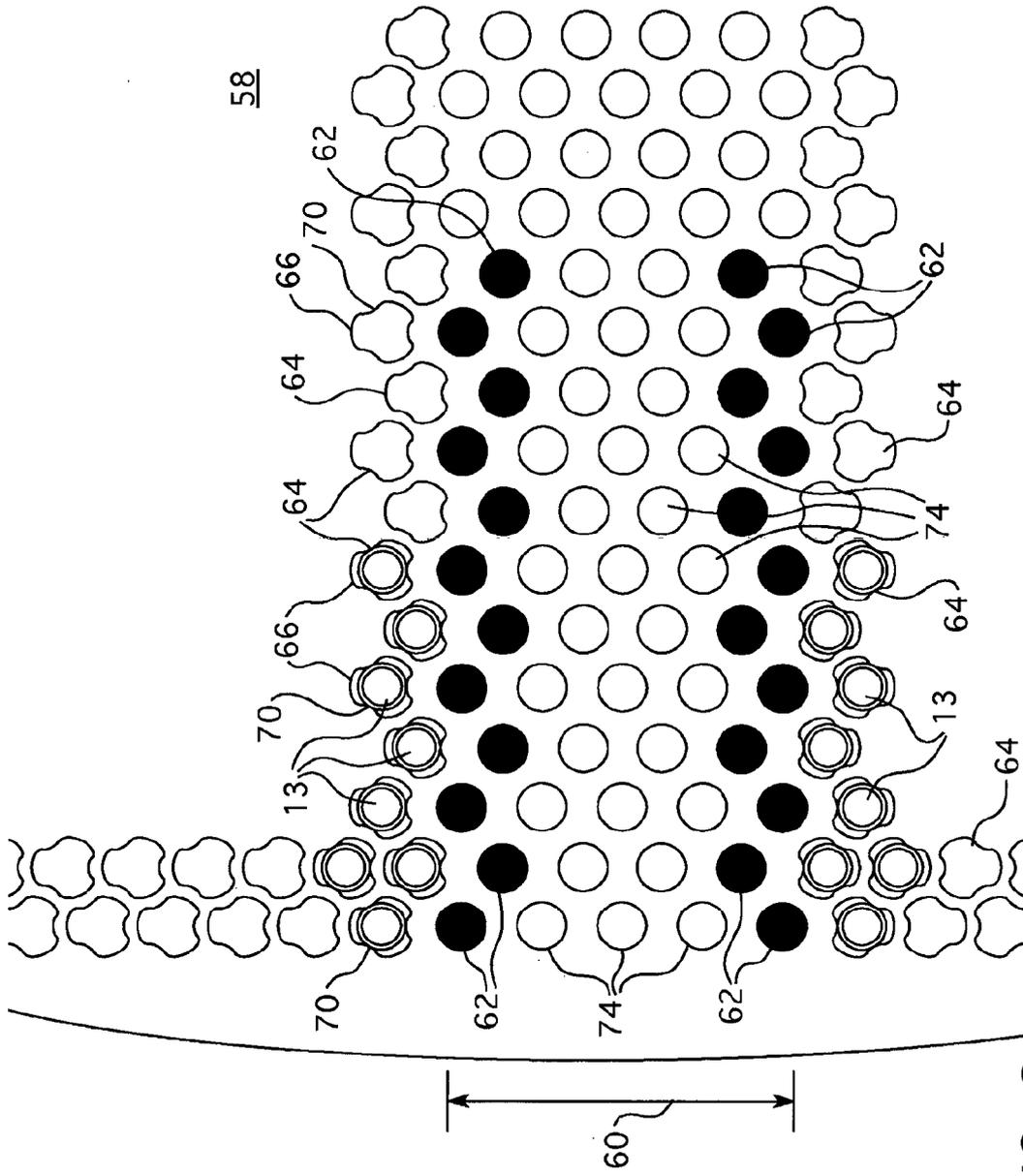


FIG. 2

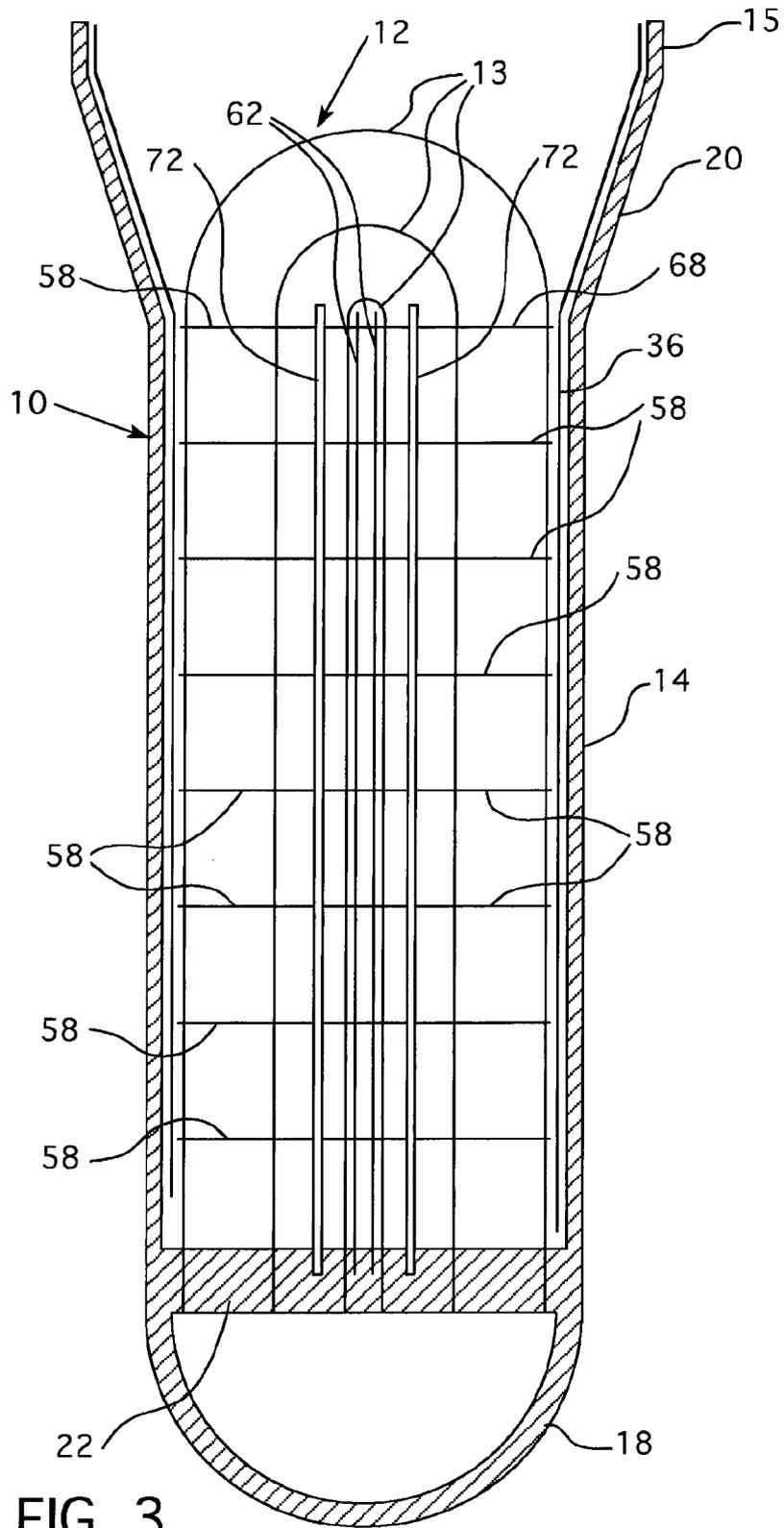


FIG. 3

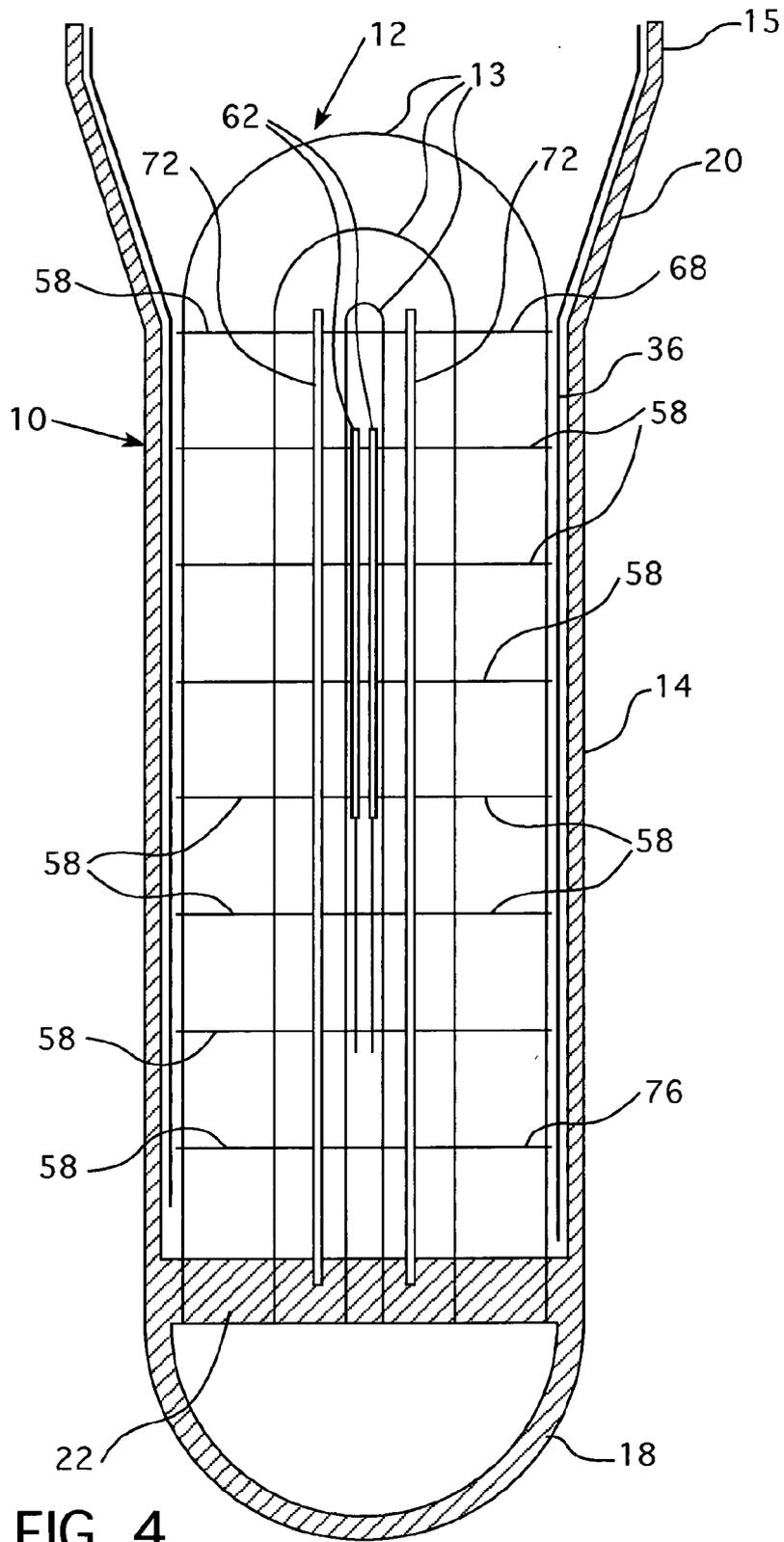


FIG. 4