



es un dispositivo que tiene un cabezal de admisión en comunicación de fluido con un cabezal de salida o descarga a través de un haz de tubos, Además, el haz de tubos está encerrado en una envuelta o revestimiento que permite el paso de un fluido en contacto con el haz de tubos y que absorba calor o traslade calor a otro fluido que pasa a través de los tubos en el haz.

5.

Aunque cada uno de los tubos del haz están generalmente sujetos a la placa de tubos del cabezal, se suele utilizar otro sosten para resistir cargas externa o internas impuestas en el cambiador de calor y el haz de tubos. En particular, en un cambiador de calor que tenga tubos separados a corta distancia de longitud considerable, por ejemplo, una unidad del tipo pasante de circulación forzada del tamaño empleado comúnmente en una planta de energía industrial, son necesarios los medios de separación así como de sustentación. Estos medios de separación se utilizan para evitar desplazamientos de los tubos como resultado de la dilatación o contracción térmica, vibraciones inducidas por el flujo o por la gravedad. El desplazamiento de los tubos resultante, por ejemplo, de dilatación térmica o falta de soporte físico es indeseable puesto que cambia el área del flujo alrededor de tubos adyacentes produce una permutación térmica desigual y mayores pérdidas de presión dentro del cambiador de calor, y puede dar por resultado destrucción molecular interfacial.

10.

15.

20.

25.

En el pasado, se han investigado diversos métodos de sustentación y separación para tubos de cambiadores de calor. Un método practicado comúnmente comprende el uso de placas perforadas separadas llamadas comúnmente placas deflectoras colocadas a intervalos a lo largo de la longitud del cambiador de calor. Los tubos se sujetan en las perforaciones y las placas

30.

5. se separan a intervalos determinados de una forma experimental y/o teórica para evitar las vibraciones de los tubos. Otros dispositivos conocidos comprenden: Envoltura de los tubos con alambre, intercalar un elemento tubular flexible entre los tubos del cambiador de calor y formar un tubo de cambiador de calor con un codo o curvatura en un plano para hacer contacto con un tubo adyacente en el mismo plano a través de un elemento de afianzamiento.

10. En un cambiador de flujo forzado, del tipo que tiene tubos de longitud considerable separados a corta distancia unos de otros, los problemas de restricción de flujo se acentúan sensiblemente tan solo por un ligero desplazamiento de los tubos. Además, en el tipo de cambiador de calor de flujo forzado, actualmente es necesario elegir con prudencia el material de los tubos y de la envuelta o revestimiento y controlar cuidadosamente sus temperaturas de funcionamiento respectivas para evitar esfuerzos o tensiones excesivas debido a dilatación térmica diferente entre los mismos.

20. Por consiguiente, existe la necesidad de disponer de medios para sostener, separar y permitir la dilatación térmica en los tubos de cambiadores de calor, especialmente en cambiadores de calor de plantas energéticas industriales del tipo que tienen tubos de longitud considerable y pequeño diámetro

25. Según el invento, se consigue sustentación y separación entre tubos adyacentes a través de un nuevo diseño de tubos. Además, la aplicación de este nuevo diseño de tubos a cada tubo del haz alivia el problema de dilatación térmica diferencial explicado anteriormente con respecto a los cambiadores de calor del tipo de circulación forzada y equilibra sensiblemente la pérdida de presión a través de cada tubo.

30.

De un modo específico, un tubo de cambiador de calor que tiene estas características, comprende una sección diseñada en forma de hélice, estando formada la hélice con un radio helicoidal o cilindro efectivo mayor que el radio del tubo, de forma que la sección helicoidal u onda haga contacto tangencialmente con los tubos inmediatamente adyacentes a la misma.

5.

De un modo más específico, en un haz de tubos colocados de una forma hexagonal, de tubos equidistantes, la hélice se forma con un radio efectivo igual al radio del tubo más el espacio entre dos tubos adyacentes, por lo que la sección helicoidal se pone tangencialmente en contacto con los seis tubos inmediatamente adyacentes a la misma según avanza la sección helicoidal angularmente o rodea el eje geométrico longitudinal del tubo. Además, los tubos adyacentes también se ponen en contacto con otras dos secciones helicoidales formadas de una manera semejante a la citada en tubos equidistantes alrededor de los tubos adyacentes y, por lo tanto, cada tubo adyacente se sostiene y se separa por un contacto de tres puntos con tres secciones helicoidales.

10.

15.

20.

Los tubos formados helicoidalmente se sostiene y se separan, a su vez por un contacto de seis puntos con los seis tubos adyacentes a su alrededor. Además, la sección helicoidal puede repetirse angularmente alrededor del eje longitudinal, o sea, iniciar otra onda circundante y, por lo tanto, hacer de nuevo contacto con algunos o con todos los tubos adyacentes en un lugar axial longitudinalmente avanzado. Además, la sección helicoidal puede comprender inicialmente menos de una onda completa y hacer contacto, por lo tanto, solamente con uno o más de los seis tubos adyacentes, volver a su posición axial original de tubo recto y continuar después su estructura de onda

25.

30.

helicoidal en una posición longitudinal separada, a lo largo del tubo, para completar el contacto con los tubos restantes adyacentes.

5. Además, se permite la dilatación térmica de los tubos por la sección helicoidal curvada formada en los tubos. Por lo tanto, en un cambiador de calor como el mencionado de tipo de circulación forzada, donde la dilatación térmica diferencial es de consideración principal, el invento se puede emplear, en lugares axiales diferentes, en cada tubo del haz de tubos.
10. De esta manera, todos los tubos del haz de tubos quedan sostenidos y separados unos de otros según se ha explicado anteriormente, y asimismo cada tubo está provisto de medios de onda o curvatura para permitir la dilatación térmica diferencial. Además, como cada tubo del haz de tubos está provisto de una
15. sección helicoidal, la pérdida de presión a través de cada tubo, o sea, la longitud del fluido que corre a través de los tubos, es virtualmente la misma. Por lo tanto, se alivian las situaciones de desequilibrio debidas a condiciones de presión desiguales y la carga térmica de cada tubo es de un modo similar virtualmente igual.
- 20.

- Los diversos rasgos de novedad que caracterizan el invento se indican con particularidad en las reivindicaciones adjuntas y que forman parte de esta memoria descriptiva. Para mejor comprender el invento, sus ventajas de funcionamiento
25. y objetos específicos que se consiguen con su uso, tómesese, como referencia los dibujos adjuntos y la descripción que sigue, donde se ilustra y describe una modalidad de preferencia del invento.

30. La figura 1 es una vista longitudinal esquemática, parcialmente en sección, de un cambiador de calor del tipo de

circulación forzada que incorpora características del invento.

5. La figura 2 es una vista a mayor escala, en planta, de una parte de un haz de tubos del cambiador de calor que caracteriza los rasgos del invento; y

La figura 3 es una vista longitudinal a mayor escala de una pluralidad de tubos de cambiador de calor e ilustra características del invento.

10. Para apreciar el invento de una forma más completa, invitamos a la lectura de la siguiente descripción de una modalidad ilustrativa del invento, según se ilustra en los dibujos adjuntos.

15. En la figura 1 de los dibujos, se ilustra un cambiador de calor donde un fluido primario caliente, por ejemplo el refrigerante de la región activa de un reactor nuclear (no representada), pasa a través de un recipiente de presión generalmente vertical 10 y experimenta en el mismo permutación térmica físicamente separada con un fluido secundario, por ejemplo agua, alimentado al interior del recipiente 10. El fluido  
20. primario penetra en una cámara de sobrepresión 11 en un extremo del recipiente 10 y pasa a través de los tubos 12 del haz de tubos 12A, (representado en una disposición de línea central solamente) alojado en placas de tubos 13 y 14, se acumula en la cámara de sobrepresión 15 en el extremo opuesto del recipiente 10 y sale de la misma para recirculación.  
25.

30. En el interior del recipiente 10 hay un refuerzo 16 que rodea al haz de tubos 12A y está abierto por ambos extremos. Una placa de anillos 17 conectada por su canto interior al refuerzo 16 y por su canto exterior a la pared 18 del recipiente 10, sirve para separar el agua de alimentación afluyente

introducida a través de una tobera 19 del fluido saliente que sale a través de otra tobera 20.

5. En general, el haz de tubos del cambiador de calor exige una estructura de sustentación de los tubos o placas de sustentación (no ilustradas en la figura 1) para ofrecer apoyo y mantener la separación entre los tubos. Para evitar la restricción del flujo y los problemas de permutación térmica asociados generalmente con las estructuras de sustentación, el invento propone que el soporte y separación necesarios se consigan por un contacto tangencial de tubo con tubo entre tubos adyacentes en la misma fila y en filas adyacentes según se ilustra en las figuras 2 y 3.

10. Según éste invento, un segmento de los tubos se diseña en forma de hélice 21, figura 2 y 3.

15. A este respecto, se observará que una hélice es una figura geométrica específica que tiene una ecuación matemática precisa y se define como una curva tridimensional que queda sobre un cilindro y corta sus elementos en un ángulo constante. No obstante, en la práctica real, es más probable que la sección helicoidal de por resultado la figura a modo de hélice que solamente se aproxima a la definición matemática precisa. Por lo tanto, aunque la forma no es necesariamente una hélice como se ha definido anteriormente con precisión, la configuración, a falta de término mejor, se denomina hélice en la presente memoria.

20. Según este invento, una sección de los tubos 12 se forman con la configuración de una hélice 21 que se extiende a lo largo del eje geométrico del tubo y sale del mismo al espacio entre el tubo formado helicoidalmente y las secciones rectas de los tubos inmediatamente adyacentes a la misma. Además,

30.

las hélices 21 se forman en los tubos 12 de manera que cada sección recta de tubo se ponga tangencialmente en contacto de una forma simétrica alrededor de su circunferencia y quede por lo tanto sostenida y separada por secciones helicoidales alrededor de la misma.

5.

Por comodidad de descripción, el segmento del haz de tubos 12A, de las figuras 2 y 3, se dispone en una formación hexagonal, y las hélices 21 se ilustran con un radio efectivo igual al radio del tubo más el espacio entre tubos adyacentes.

10.

Cuando se mira en la dirección del eje longitudinal (figura 2), esta disposición simétrica de los tubos indica que la hélice 21 tiene una circunferencia circular efectiva 22 que se pone tangencialmente en contacto con los seis tubos adyacentes en puntos 22A a 22F. Se observará que los tubos asociados con

15.

los puntos 22E y 22F no se ilustran con fines de simplificación. Estos puntos de contacto 22A a 22F se representan en la figura 3 sobre una línea helicoidal 23. La línea helicoidal 23 se ilustra como una línea cortada desde el punto 22A hasta 22D para indicar los puntos de contacto a lo largo del lado posterior de la hélice 21 y también se ilustra como una línea sólida continua a lo largo de la parte delantera de la hélice para indicar los puntos de contacto sobre la misma.

20.

Según se ilustra, una onda de la hélice 221 se pone en contacto con los seis tubos adyacentes en los puntos 22A a 22F. No obstante, la hélice puede proseguir de una manera progresiva alrededor del eje longitudinal poniéndose en contacto tangencialmente con cualquier número de tubos adyacentes, volviendo a su posición de tubo "recto" y reanudando después su trayecto curvilínea hasta que se ha puesto en contacto con todos los tubos adyacentes. Además, las secciones helicoidal puede

25.

30.

continuar su espiral de radio constante y ponerse de nuevo en contacto con cualquier número predeterminado de tubos en una posición longitudinal separada como, por ejemplo, 22A:

5. Además, en el haz de tubos de formación hexagonal, la sección helicoidal se tiene que formar solamente en cada tercer tubo de una fila de tubos para dar a cada tubo 12 un soporte de tres puntos y un contacto que mantenga la separación, según se ilustra en la figura 2 como los puntos de contacto 22B, 22G y 22H. El tubo formado helicoidalmente 21 se sostiene y se mantiene por un contacto de seis puntos 22A a 22F.

10. En algunos cambiadores de calor, como en los generadores de vapor de agua de circulación forzada, figura 1, que se utilizan comúnmente en una planta generadora de energía nuclear con vapor de agua, no solamente es necesario la sustentación y separación de los tubos si no que también es necesario tener en cuenta la dilatación térmica diferencial de los tubos. En general, este problema de dilatación térmica diferencial surge debido a que los tubos son extremadamente largos, a la temperatura diferente experimentada por los tubos y la envuelta o revestimiento del cambiador de calor, y/o al material diferente, o sea, los diferentes coeficientes de dilatación térmica de los tubos y la envuelta. Además, es también necesario conseguir prácticamente la misma caída de presión a través de cada uno de los tubos y evitar, por lo tanto, situaciones de flujo alto y bajo a través de los mismos y posibles zonas de recalentamiento resultante.

15. Por lo tanto, para conseguir sustentación, mantener la separación, establecer esencialmente una caída de presión igual en todos los tubos o una longitud de carrera del fluido igual y absorber la dilatación térmica diferencial de los tubos
- 20.
- 25.
- 30.

típicamente largos de un generador de vapor de agua de circulación forzada, una modalidad del invento propone proporcionar las secciones helicoidales en cada tubo del haz de tubos. En la modalidad ilustrada esquemáticamente en la figura 1, los tubos 12 (representados en una disposición de línea central solamente) están provistos cada uno de una sección helicoidal 21 (ilustrada en una disposición de línea central) que se pone tangencialmente en contacto con los tubos inmediatamente adyacentes 12 según se ha descrito anteriormente. Además, las secciones helicoidales de cada uno de los tubos inmediatamente adyacentes se establecen en posiciones longitudinales del tubo diferentes. De esta manera, cada tubo tiene una sección helicoidal 21 que se pone tangencialmente en contacto con una sección de tubo no helicoidal (recta) 24 de los tubos 12 adyacentes a la misma y, a su vez, se ponen en contacto con secciones helicoidales 21 de los tubos adyacentes, en su propia sección recta 24 en otra posición longitudinal.

En la modalidad ilustrada en la figura 1, y con fines de ilustración el haz de tubos 12A se caracteriza porque tres secciones longitudinales representativas 25, 26 y 27. Se verá fácilmente por esta ilustración que una disposición escalonada longitudinalmente de secciones helicoidales por cada tercer tubo en una fila de tubos del haz de tubos 12A, establece en cada sección longitudinal de la fila, un contacto tangencial entre la sección formada helicoidalmente de un tubo y las secciones "rectas" de los tubos adyacentes. De este modo, cada tubo 12 en el haz de tubos 12A queda sostenido y separado de sus tubos adyacentes, teniendo cada tubo una sección helicoidal para permitir la dilatación térmica diferencial, y teniendo cada tubo la misma longitud de carrera prácticamente o caída de presión a través del mismo.

Evidentemente, la disposición longitudinalmente escalonada de la figura 1 se puede disponer en otros diseños, por lo que la figura 1 no ha de interpretarse como indicativa de que se exigiera una configuración específica. Además, la sección helicoidal se puede repetir a lo largo de la longitud del tubo dependiendo, entre otros factores, del tamaño particular del cambiador de calor y condiciones del flujo. Además, aun que los tubos ilustrados en este caso son de diámetro igual, los tubos formados con sección helicoidal no quedan restringidos necesariamente en lo que se refiere a tamaños. No obstante, de nuevo, el empleo de tubos de cambiador de calor con tamaño diferente o tubos con secciones helicoidales dependerá en cierto grado de las características específicas tales como tamaño y caudales de flujo del cambiador de calor particular.

5.  
10.  
15.

N O T A

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 el número Ser No. 554.366 de 3 de marzo de 1.975, 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 CAMBIADORES DE CALOR, caracterizándose por lo siguiente:

20.

25.

1.- Perfeccionamientos en cambiadores de calor del tipo que comprende una pluralidad de tubos de flujo de fluido del cambiador de calor alineados en esencia longitudinalmente y separados, caracterizados porque por lo menos alguno de los tubos comprende una sección que se extiende en la dirección longitudinal del tubo y se curva hacia fuera del eje longitudinal del tubo en una forma aproximadamente helicoidal, manteniendo la sección una relación de flujo de fluido continuo con el resto del tubo, teniendo la sección partes dirigidas hacia fuera longitudinalmente sucesivas, en contacto tangencial con algunos de los tubos adyacentes a las mismas.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque cuando los tubos están dispuestos en una formación hexagonal, algunos de los tubos comprende una sección que tiene aproximadamente un eje helicoidal que se extiende en la dirección longitudinal del eje del tubo y queda situada hacia fuera del mismo, teniendo la pared extrema de la sección partes sucesivas en contacto tangencial con algunos de los tubos adyacentes a las mismas.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la pared externa de la sección se pone en contacto con todos los tubos adyacentes alrededor de la misma.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la sección tiene partes continuas longitudinalmente sucesivas en contacto tangencial con el mismo tubo adyacente en una pluralidad de posiciones longitudinales.

5.- Perfeccionamientos en cambiadores de calor, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

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

5.

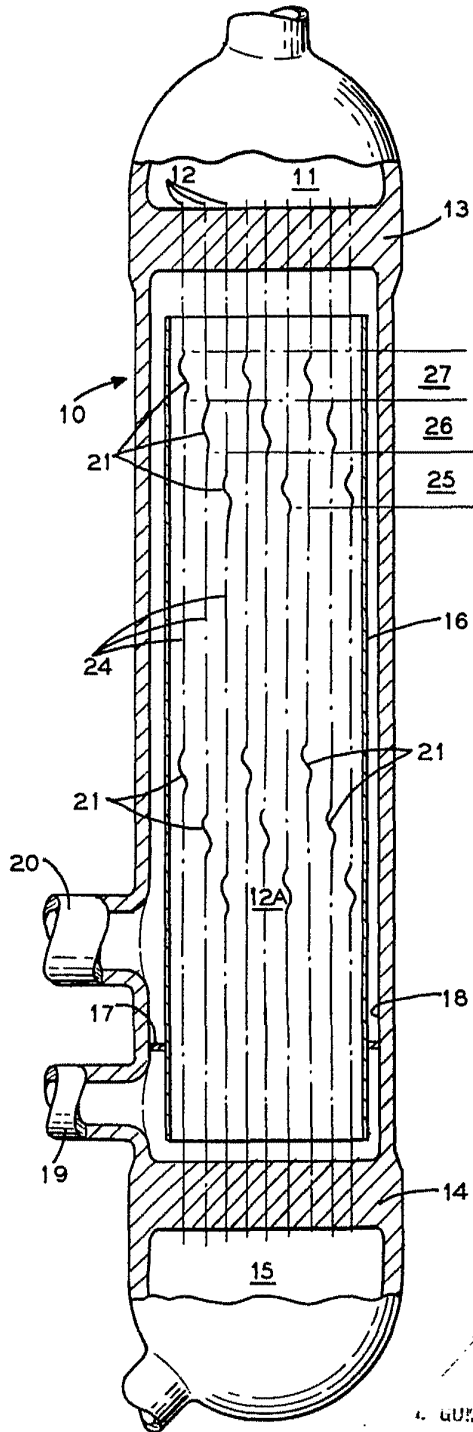
Madrid, 29 OCT. 1975

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY,

J. GOMEZ AGUILO Y LOBATO  
Ingeniero de Camión y Automóvil



FIG. 1

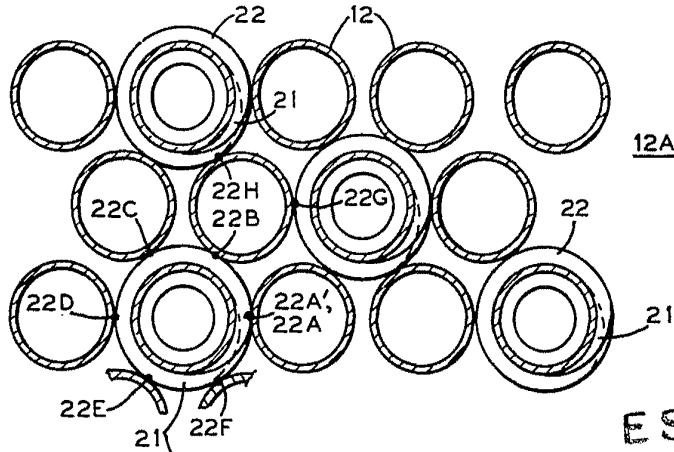


ESCALA  
VARIABLE

29 OCT. 1974

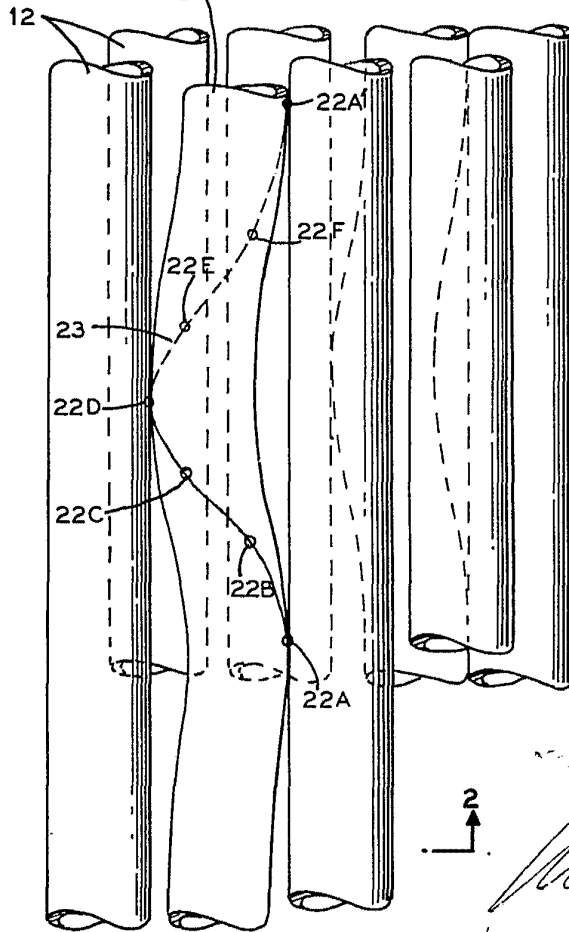
GOMEZ ACEBO Y MODEI  
Ingenieros, Firmados: L. Guate Fernández

FIG.2



ESCALA  
VARIABLE

FIG.3



12A

29 OCT. 1975

GUMILZ ACEBO Y MODEL  
p. p. Firmador L. Gueto Fernández

