



413428

3878

FC. 26-4-75

Int. Cl.:	F28D//F28F

PATENTE DE INVENCION

por 20 años

A favor de THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, sociedad mercantil estadounidense, domiciliada en 161 East 42nd Street, NEW YORK, N.Y. 10017 (U.S.A.). - - - - - por: "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS INTERCAMBIADORES TERMICOS"

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a unos perfeccionamientos en los intercambiadores térmicos, y más especialmente a las técnicas para reducir el impacto térmico en las placas de soporte tubular de los intercambiadores térmicos y similares.

La necesidad de transferir el calor de un fluido a otro es una exigencia industrial relativamente común. Las transformaciones químicas, las estaciones de energía eléctrica y otras instalaciones similares son

413428

- 2 -



quizás un ejemplo típico de las plantas industriales que emplean este tipo de componentes.

Por ejemplo, en una instalación de energía nuclear con agua presurizada, el calor generado por un reactor nuclear es absorbido por el agua refrigerante primaria. El refrigerante primario calentado circula hacia el cabezal de entrada de un intercambiador térmico. Desde el cabezal de entrada, el refrigerante primario pasa por los tubos que comprende el "haz de tubos" y luego sale del intercambiador térmico por medio de un cabezal de salida. El agua refrigerante secundaria entra en la zona del haz de tubos por medio de una boquilla de entrada del agua de alimentación. La boquilla suele estar colocada cerca de la plancha o placa que sujeta los tubos del haz en el cabezal de salida.

Debido al caracter masivo de los intercambiadores térmicos utilizados en las instalaciones de energía nuclear, estas placas de soporte tubular pueden alojar hasta 15,000 tubos, cada uno de unos doce milímetros de diámetro. Para alojar un grupo tan numeroso de tubos en un intercambiador térmico de tamaño razonable, estas placas suelen tener un espesor de unos cincuenta y cinco centímetros.

En estas circunstancias, la diferencia térmica de estas placas de soporte tubular tiende a producir esfuerzos de dilatación. Por ejemplo, la diferencia de temperatura que se establece entre el refrigerante secundario relativamente frío procedente de la entrada del agua de alimentación a un lado de la placa y el

413428

- 3 -

-6



refrigerante primario de mayor temperatura del cabezal de salida al otro lado de la placa, puede producir fuerzas no relajadas de gran magnitud debidas a las características de expansión térmica del metal. Esta
5 situación se agrava especialmente en los elementos gruesos, sin embargo en estas placas los esfuerzos térmicos suelen concentrarse en los primeros centímetros del lado del elemento con el refrigerante secundario. Relacionando estos principios con el diseño de los
10 intercambiadores térmicos, si la diferencia de temperatura y el espesor de la placa son importantes, las fuerzas termogeneradoras pueden producir fallos en la placa o en alguna otra parte del intercambiador de calor.

El ciclo térmico, por el cual las diferencias
15 de temperatura aplicadas a la placa de soporte tubular oscilan en un amplio margen, complica aún más este problema. Por ejemplo, puede acontecer la deformación estructural ocasionada por la fatiga metálica en la placa incluso si se han resuelto los problemas básicos
20 para evitar una rotura por esfuerzo térmico.

Son conocidos "economizadores" para mejorar la eficiencia de los intercambiadores térmicos, sin embargo la presencia de un economizador tiende a agravar estos efectos de impacto térmico en la estructura de la
25 placa para soporte tubular. Los economizadores del intercambiador térmico que estamos considerando debieran comprender un conjunto de deflectores sujeto al haz de tubos contiguo a la boquilla de entrada del agua de alimentación y en dirección generalmente transversal
30 a la orientación longitudinal de los tubos. Las planchas

413428

- 4 -



deflectoras individuales no se proyectan fuera de todo el haz de tubos sino que suelen ser componentes discontinuos. Estas planchas, además, están separadas entre sí en dirección longitudinal para formar, en su conjunto, unos pasos laberínticos para la circulación del refrigerante secundario por entre el haz de tubos. Así pues las planchas deflectoras comprendidas en el economizador tienden a evitar que el refrigerante secundario frío que se descarga en la entrada del agua de alimentación entre en contacto inmediato con la placa de soporte tubular. Esta retención temporal del agua de alimentación ofrece al refrigerante secundario la oportunidad de absorber parte del calor y alcanzar así una temperatura mayor antes de circular junto a la placa de soporte tubular. De esta forma, se reduce algo el gradiente de temperatura en dicha placa.

Esta solución no es, sin embargo, del todo satisfactoria. Las condiciones hidrodinámicas y térmicas internas del lado del refrigerante secundario del intercambiador de calor ocasionalmente se combinan para producir unas condiciones de generación de vapor inestables. Las oscilaciones en la presión de vapor de la salida del refrigerante secundario, por ejemplo, son una forma de manifestación de estas inestabilidades.

Así pues existe la necesidad de proteger las placas de soporte tubular de los intercambiadores de calor contra esfuerzos térmicos excesivos mientras se procuran obtener condiciones de generación de vapor más estables.

Con la práctica de esta invención de resuelven

413428

- 5 -



en gran parte estas dificultades. Para ello se coloca la plancha deflectora del economizador más próxima al lado del refrigerante secundario de la placa de soporte tubular como si fuera un elemento continuo sin perforar. Existe, sin embargo, una separación entre las superficies exteriores de los tubos en el haz y las circunferencias de los agujeros correspondientes formados en la placa que consideramos. Esta separación establece un escape de refrigerante de entrada controlado en el volumen del intercambiador de calor definido por el lado del refrigerante secundario de dicha placa y la superficie opuesta de la plancha continua del economizador. El agua de alimentación relativamente fría circula por los trozos de tubo que quedan fuera de dicho volumen y de este modo absorben suficiente calor para evitar el impacto térmico a la placa de soporte tubular o a la cubierta que rodea al intercambiador de calor.

De preferencia se deja que el refrigerante secundario circule fuera del volumen entre el economizador y la placa de soporte tubular. Si se deja que el fluido circule fuera del volumen citado, puede ser readmitido a la zona del haz de tubos por encima del economizador. El plano al que este fluido se reúne con la corriente principal del refrigerante secundario viene determinado por las presiones relativas del vapor que emana del haz de tubos y del que se desarrolla en el escape del economizador.

Los principios de esta invención pueden materializarse adecuadamente en una serie de estructuras

413428

- 6 -



físicas distintivas. Por ejemplo, la velocidad de escape del fluido del volumen entre el economizador y la placa de soporte tubular puede regularse por medio de una prolongación o falda que se forma en el extremo del refuerzo que rodea al haz de tubos. Esta falda se proyecta o sobresale de la plancha continua del economizador en dirección a la superficie de la placa tubular para retener el vapor del fluido de escape en un receptáculo. En la falda pueden formarse orificios o pasos de una capacidad de caudal determinada para mantener una velocidad de escape baja y segura contra el volumen considerado.

Alternativamente, puede instalarse una válvula en un conducto de "evacuación" para establecer una comunicación entre el volumen del fluido retenido entre el economizador y la placa de soporte tubular y el ambiente o alguna otra parte del sistema generador de energía.

Se ha encontrado un sistema que caracteriza las peculiaridades de la invención por medio de pruebas reales y el cual presenta una estabilidad de presión del refrigerante secundario de salida dentro de toda una gama de condiciones de carga. Aproximadamente a un 20% de la condición de carga se observó cierta inestabilidad en la presión de descarga. Sin embargo, las oscilaciones de la presión en esta carga fueron de poca frecuencia y de naturaleza no periódica. Esta total estabilidad puede haber sido ocasionada por la alta resistencia de flujo a través de la plancha del economizador tendente a "desacoplar" el vapor en el volumen



formado contiguo a la placa de soporte tubular del vapor emanante del haz de tubos.

Las pruebas también demostraron que el fluido entre el economizador y la citada placa en todas las
5 condiciones observadas existía como vapor supercalentado, es decir, el vapor poseía más del calor necesario para permanecer como gas seco en la presión dentro del volumen entre el economizador y la placa.

Las distintas peculiaridades de novedad que
10 caracterizan a esta invención se destacan con más detalle en las reivindicaciones anexas y que forman parte de esta memoria. Para comprender mejor esta invención, su objeto específico y las ventajas
15 adscritas a su aplicación, conviene acudir a los dibujos y texto descriptivo adjuntos y en los que se ilustra y describe una materialización preferida de la invención.

La figura 1 es un diagrama esquemático en sección de un intercambiador térmico típico según los
20 principios de la invención;

La figura 2 es una vista ampliada en sección de una parte del intercambiador térmico ilustrado en la figura 1;

La figura 2A es otra ampliación de una parte
25 de la estructura ilustrada en la figura 2; y

La figura 3 es un diagrama esquemático asimismo en sección de una parte del intercambiador térmico que ilustra otra de las realizaciones de la invención.

30 Para comprender más completamente la invención,

413428

- 8 -



en la figura 1 se ilustra un intercambiador térmico
-10-. El intercambiador de calor comprende un cabezal
de entrada -11- del refrigerante primario y una placa
-12- correspondiente a dicho cabezal que sujeta los
5 extremos de entrada a los tubos dispuestos longitudinal-
mente, de los cuales sólo unos cuantos se representan
a fines ilustrativos en el haz de tubos -13-.

Con la excepción de la separación -14-
contigua a la superficie -15- del refrigerante
10 secundario en la placa -12- del cabezal de entrada,
el haz de tubos -13- está rodeado por un cuerpo
envolvente -16-. Esta envoltura -16- tiene una brida
transversal anular -17-. La periferia de la brida -17-
está sujeta a la superficie interior de una cubierta
15 -20- generalmente cilíndrica sujeta a dicha envoltura
-16- en una posición relativamente adecuada.

La cubierta -20- rodea a todo el intercam-
biador térmico y está soldada o sujeta de otra forma
conveniente al cabezal de entrada -11- y al cabezal de
20 salida o descarga -21- del refrigerante primario. La
placa -22- del cabezal de salida dispuesta transversal-
mente ofrece los medios para sujetar los extremos de
descarga de los tubos del haz -13- a la estructura del
intercambiador de calor.

25 Las entradas de agua de alimentación -23- y -24-
ofrecen la comunicación líquida del refrigerante secun-
dario a través de la cubierta -20- y la envoltura -16-
al volumen del intercambiador térmico externo a los
tubos del haz -13-. Como se ha representado, las
30 entradas del agua de alimentación son contiguas a la

413428

- 9 -



5 placa -22- del cabezal de salida. La brida -17- de la envoltura -16- limita el paso del caudal del agua de alimentación al volumen definido por el haz de tubos -13-, mientras la brida bloquea la comunicación libre de fluido a través de los pasos anulares entre dicha envoltura y la superficie interior de la cubierta -20-.

10 El economizador -25- recibe el agua de alimentación relativamente fría. El economizador comprende un conjunto de planchas deflectoras transversales -26-, -27-, -30- y -31- longitudinalmente separadas entre sí. Las planchas deflectoras -26-, -27- y -30- están formadas cada una de elementos discontinuos o con orificios en las mismas. Estos orificios no están
15 centrados para así establecer pasos laberínticos que obliguen al fluido alimentador a discurrir por el lado del refrigerante secundario del haz de tubos -13- de un modo sinuoso o serpenteante.

20 Según una peculiaridad característica de la invención la plancha deflectora -31- menos separada del lado -32- del refrigerante secundario con respecto de la placa -22- del cabezal de salida es un elemento continuo que no tiene los orificios descritos en relación con las planchas deflectoras -26-, -27- y -30-. Como se representa a escala ampliada en las figs. 2 y 2A,
25 la plancha deflectora continua -31- está perforada para cada uno de los tubos del haz -13-. Estos tubos pasan por un espacio -33- definido entre la plancha -31- y el lado -32- de la placa -22- del cabezal de salida. Los orificios -34- y -35- formados en la plancha deflectora
30 -31- tienen unos diámetros ligeramente mayores que los



diámetros exteriores de los tubos respectivos que pasan por la plancha -31-. Además, los extremos de descarga de los tubos del haz -13-, se hallan sujetos a la placa -22-.

5 Los pequeños pasos anulares formados de este modo entre cada uno de los tubos del haz -13- y las superficies de los orificios respectivos de la plancha deflectora -31- permiten circular o salir al fluido alimentador relativamente frío por las superficies de
10 los tubos y variarse en el espacio -33-. Al salir por las superficies de los tubos, el fluido alimentador absorbe el calor del refrigerante primario que emana de cada uno de estos tubos. El calor absorbido por el
15 la temperatura de dicha agua y por tanto reduce la posibilidad de impacto o esfuerzos térmicos excesivos en la placa -22- del cabezal de salida.

Las pruebas han demostrado que el fluido alimentador dentro del espacio -33- se halla en una
20 condición supercalentada. En consecuencia, la presión de vapor generada en este espacio -33- tiende a regular el volumen del fluido que sale por los tubos en el haz -13-.

En una de las materializaciones preferidas
25 de la invención, este fluido queda "atrapado" dentro del espacio -33- y forma una presión de vapor que impide eficazmente nuevos escapes a través de la plancha deflectora -31- del economizador que no sean cierto grado de realimentación del economizador por medio de
30 los agujeros -34- y -35- de la plancha -31-.

413428

- 11 -



Además, esta presión de vapor dentro del espacio -33-, queda regulada preferentemente por medio de una válvula -36- que interrumpe selectivamente la comunicación del fluido que establece un conducto de control -37- de escapes o "evacuaciones" entre el espacio -33- y el ambiente o alguna otra parte de presión más baja del sistema de vapor.

Otras de las materializaciones de la invención se representa en la Fig. 3. El economizador -25'- realiza las mismas funciones que las descritas anteriormente en relación con las figuras 1 y 2. Sin embargo, la envoltura -40- que rodea a los tubos en el haz -13- no termina en la plancha deflectora -31- del economizador sino que tiene una falda cilíndrica -41- que se proyecta de la plancha -31- al lado -32-, del refrigerante secundario, de la placa -22- del cabezal de salida al objeto de rodear completamente el espacio -33'-

Para regular la presión de vapor dentro del espacio -33'-, se forman los orificios -42- y -43- en la falda -41- para ajustar las condiciones de circulación de dicho espacio -33'- en un circuito de derivación -44-. El conducto de derivación -44- establece comunicación libre para el fluido descargado por los orificios -42- y -43- y el lado del refrigerante secundario del haz de tubos -13-.

Naturalmente, la presión de vapor generada en el espacio -33'- como se manifiesta en el lado de descarga de los orificios -42- y -43- debe ser como mínimo algo mayor que la presión de los tubos del haz en la boquilla de readmisión -45-.

413428

- 12 -



Naturalmente, el vapor del espacio -33'-, puede disponerse también por medio de las "evacuaciones" o de alguna otra manera adecuada como se describe al tratar de las figs. 1 y 2. Igualmente, el vapor surgido
5 en el espacio -33- (fig. 2) puede ser readmitido al haz de tubos -13-, si así conviniera.

La invención, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran sólo en detalle de la indicada únicamente
10 a título de ejemplo, a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba. Podrán, pues, realizarse estos perfeccionamientos con los medios, componentes y accesorios más adecuados, por quedar todo ello comprendido en el espíritu de las siguientes reivin-
15 dicaciones.

A todos los efectos pertinentes, se hace constar con la presente solicitud de patente de invención que se invoca la prioridad de 27 de Abril de 1972 correspondiente a la patente U.S.A. 248.199.

20

N O T A

Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:

1.- Perfeccionamientos en los intercambiadores térmicos, los cuales comprenden un haz de tubos dispuesto
25 longitudinalmente, una placa para sujetar dicho haz de tubos, un conducto de entrada del agua de alimentación separado de dicha placa, un economizador separado asimismo de dicha placa, teniendo dicho economizador una serie de planchas separadas longitudinalmente dispuestas

413428

- 13 -



5 generalmente transversales a dicho haz de tubos, hallándose una de dichas planchas contigua y separada de dicha placa de soporte tubular y con una serie de orificios formados en la misma para que dicho haz de tubos pueda atravesarla; esta separación entre dicha placa y dicha plancha contigua del economizador forma un espacio entremedio, procurando cada uno de los orificios de la plancha del economizador y los tubos respectivos unas separaciones individuales para que el agua de alimentación pueda circular por dicha separación establecida entre la placa de soporte tubular y la plancha contigua del economizador e impedir el desarrollo de condiciones de esfuerzo térmico en dicha placa.

15 2.- Perfeccionamientos en los intercambiadores térmicos, según la reivindicación 1, que comprenden medios para descargar el agua de alimentación del espacio establecido entre dicha placa de soporte tubular y dicha plancha contigua del economizador.

20 3.- Perfeccionamientos en los intercambiadores térmicos, según la reivindicación 1, que comprenden una falda que rodea la separación establecida entre dicha placa de soporte tubular y dicha plancha del economizador para regular la circulación del fluido en dicha separación, teniendo como mínimo dicha falda un orificio formado en la misma para activar la descarga del fluido de este espacio.

30 4.- Perfeccionamientos en los intercambiadores térmicos, según la reivindicación 1, que comprenden medios de conducir la readmisión del fluido procedente de la

413428

- 14 -

-6



separación entre dicha plancha contigua del economizador y dicha placa de soporte tubular a dicho haz de tubos.

5 5.- Perfeccionamientos en los intercambiadores
5 térmicos, según la reivindicación 2, en los que dichos
medios de descarga comprenden también una válvula para
descargar selectivamente el fluido de la separación
entre dicha plancha contigua del economizador y dicha
placa de soporte tubular.

10 6.- PERFECCIONAMIENTOS EN LOS INTERCAMBIADORES
TERMICOS.

Consta la presente memoria descriptiva de
catorce hojas mecanografiadas, foliadas, numeradas y
escritas por una sola cara, acompañada de dos láminas
de dibujos.

Madrid, a -6 ABR. 1973

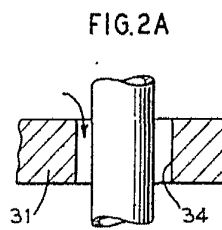
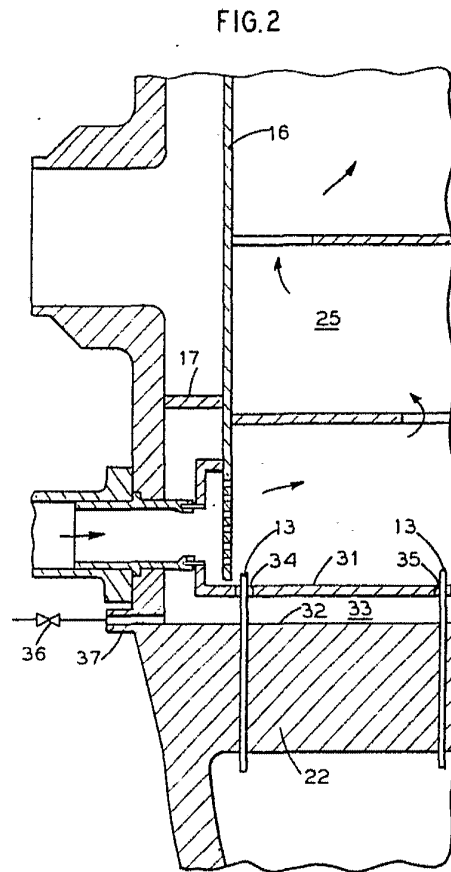
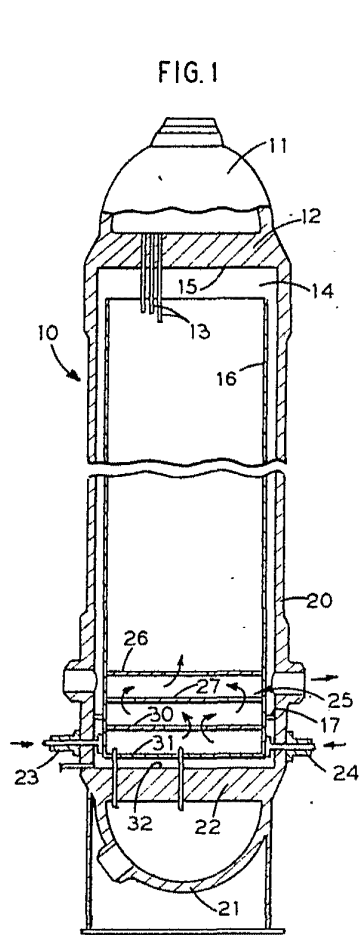
THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

P. A.

MANUEL DE ISRAEL
P. P.

tv.

413428



Madrid 6 de Abril de 1973

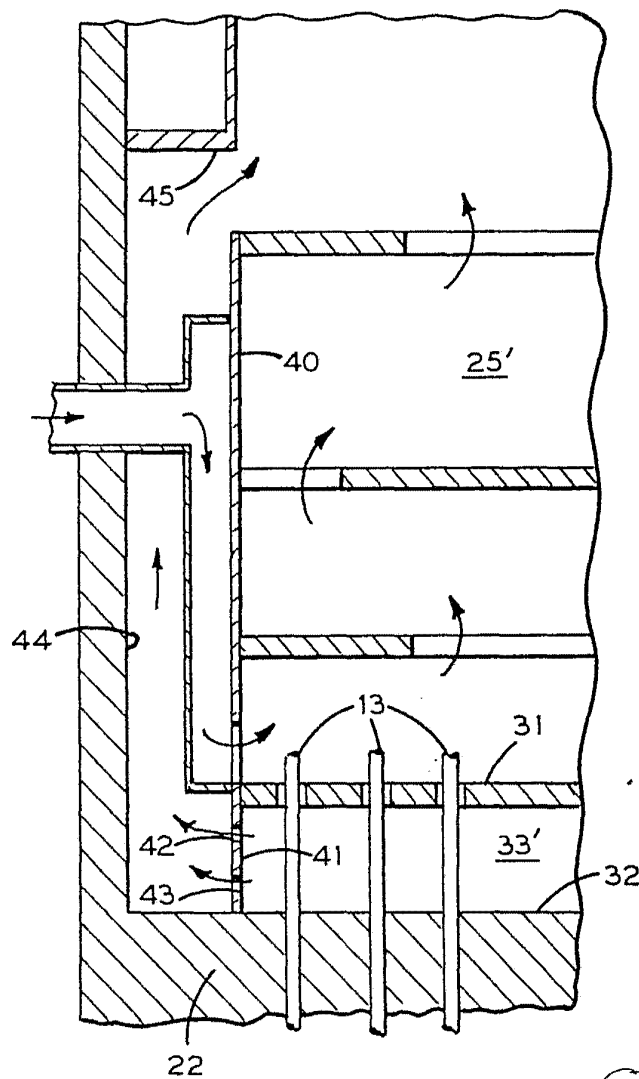
[Handwritten signature]

413428



1973

FIG. 3



Madrid 6 de Abril de 1973

MANUEL L. ...

[Handwritten signature]