

P - 35.167

B. 2032.3 AT/MD

340407

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE G 21
SUBCLASE D



27

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION

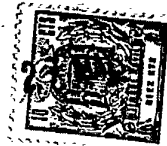
por 20 años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,

entidad / ~~de~~ nacionalidad francesa

con domicilio en 29, rue de la Fédération, Paris, Francia,

por: "APARATO INTERCAMBIADOR DE CALOR", (Clase Internacional F28b G21)



El presente invento, debido a los Srs. Pierre Poudroux y Guy Salon, tiene por objeto un intercambiador de calor concebido para permitir el intercambio entre dos flúidos susceptibles de reaccionar peligrosamente uno con otro y destinado, especialmente, a la vaporización de agua por intercambio con un metal líquido, tal como el sodio.

En las centrales nucleares en particular, cuando el reactor es del tipo de neutrones rápidos, el generador de vapor es calentado generalmente por sodio líquido que constituye el flúido de enfriamiento secundario del reactor. Se sabe que el intercambio de calor entre el sodio líquido y el agua plantea entonces problemas complejos de seguridad. Es necesario, en efecto, evitar todo contacto entre los dos flúidos, porque su reacción es violenta.

Para constituir estos generadores de vapor se utilizan a veces tubos de cambio de doble pared, eventualmente con circulación de un flúido intermedio que permite la detección de las fugas. Estas disposiciones complejas son particularmente costosas. Por ello se prefieren en la actualidad los intercambiadores de pared simple, mucho más económicos, que están constituidos por tubos de circulación de agua que se sumergen en sodio líquido, pero es entonces necesario poder controlar convenientemente la calidad de los tubos utilizados y de las soldaduras de unión entre tubos.

Además, si se produce una fuga a pesar de las precauciones tomadas, es preciso poder aislar el tubo defectuoso con el fin de reponer en servicio el aparato con la mayor rapidez posible, ya que su inmovilización es extremadamente costosa, sobre todo en una central nuclear. Además,

340407



puesto que la reacción producida durante la fuga puede en ciertos casos dañar los tubos contiguos, es preciso tener fácil acceso a éstos para repararlos o sustituirlos.

5 El presente invento se propone satisfacer mejor que todas las realizaciones anteriores estos diferentes imperativos. Pretende, sobre todo, facilitar el desmontaje de los haces de tubos de intercambio.

10 El intercambiador de calor según el invento se caracteriza esencialmente porque comprende una pluralidad de tubos de circulación de un primer fluido de intercambio doblados en forma de serpentines planos en planos paralelos, un cuerpo longitudinal de sección rectangular que rodea al conjunto de dichos tubos y dispuesto a su vez en el interior de una virola cilíndrica en la cual desembocan conductos de alimentación y de salida de un segundo
15 fluido de intercambio, respectivamente a uno y otro lado de un tabique transversal sensiblemente estanco, que une el cuerpo a la virola, estando dicha virola obturada en su extremo superior por una cubierta desmontable soldada,
20 atravesada por los dos extremos de cada uno de dichos tubos que desembocan respectivamente en el exterior de la cubierta en un colector de entrada y un colector de salida de dicho primer fluido de intercambio.

25 Según un modo de realización preferido de este intercambiador, tiene medios de suspensión de cada uno de dichos tubos en serpentines planos de dicha cubierta y los colectores de entrada y de salida del primer fluido de intercambio son, igualmente, solidarios de dicha cubierta.

30 Esta disposición permite, después de haber deso-



lidarizado la cubierta de la virola, extraer el conjunto de los tubos ón serpentines planos fuera del cuerpo rectangular, permaneciendo estos tubos solidarios de la cubierta. Antes de tal operación, es necesario vaciar la virola que contiene el segundo flúido, constituido generalmente por sodio. Por lo demás, los colectores del primer flúido no están sometidos a la presión del segundo flúido.

El conjunto de un generador de vapor calentado con sodio está ventajosamente formado por cierto número de intercambiadores unitarios según el invento, montados en serie y/o en paralelo. Estos intercambiadores unitarios, cuyo número es variable con la potencia global del generador, pueden ser eventualmente aislados para reparaciones.

Se describe a continuación, haciendo referencia a las adjuntas figs. 1 y 2, un modo de realización particular del intercambiador de calor objeto del invento. Esta descripción, dada a título de ejemplo, no debe interpretarse con carácter limitativo frente al invento.

La fig. 1 representa una vista en corte longitudinal del intercambiador descrito.

La fig. 2 es una vista transversal en corte según A-A de la fig. 1.

El intercambiador unitario descrito y representado forma parte de un generador de vapor que utiliza como flúido calentador sodio líquido que constituye el flúido de enfriamiento secundario de un reactor nuclear de neutrones rápidos. Este flúido de enfriamiento secundario es calentado a su vez por intercambio con el flúido de



27

enfriamiento principal del reactor, constituido igualmente por sodio líquido. El generador de vapor es alimentado por agua que es sucesivamente calentado, vaporizado, y luego recalentada por intercambio con el sodio líquido, el cual circula a contra-corriente con el agua líquida o con el vapor.

El generador de vapor está constituido por cierto número de intercambiadores unitarios todos ellos semejantes al que describimos a continuación. Cada uno de estos intercambiadores unitarios tiene toda la grifería necesaria para permitir su aislamiento tanto por el lado del sodio como por el lado del agua. Por otra parte, cada intercambiador unitario constituye, ya economizador y vaporizador, ya recalentador. Es así posible utilizar materiales diferentes en estos dos tipos de unidades reservando los materiales más nobles para los recalentadores, en los cuales el sodio está a una temperatura más elevada que en las unidades economizadoras y vaporizadoras. El generador de vapor completo puede, además, tener uno o más supercalentadores constituidos igualmente con ayuda de intercambiadores unitarios, análogos a los precedentes.

Como se verá por la descripción que sigue, el intercambiador unitario representado en las figs. 1 y 2 está concebido de manera que

- las dilataciones diferenciales se efectúen libremente,
- sea posible el acceso a los extremos de cada tubo de intercambio,
- se evite el empleo de placas de tubos, por ser delicada la unión estanca de los tubos a las placas,

- 5 - 340407



- pueda vaciarse el aparato, al menos en lo que se refiere al sodio.

5 Sin embargo, el intercambiador está concebido ante todo de manera que permita su desmontaje fácil en caso de accidente o aislar ciertos tubos de intercambio cuando las consecuencias del accidente son sólo muy locales.

10 Este intercambiador está constituido por una virola 1 que contiene sodio en circulación en el cual se sumergen tubos 2 que contienen agua en forma líquida o de vapor. Estos tubos 2 están dispuestos según un gran número de paneles verticales en los cuales cada tubo está doblado en forma de serpentín plano. En el caso particular descrito y representado, cada panel tiene dos tubos 2 en serpentines imbricados uno en el otro. Existen, sin embargo, numerosas variantes posibles. En particular, cada tubo podría estar duplicado por un segundo tubo en paralelo, teniendo entonces cada panel un serpentín cuadruple. Igualmente, los tubos pueden estar dispuestos o no al tresbolillo de un panel al otro.

20 El conjunto de estos paneles forma un bloque de sección cuadrada (o de sección rectangular de una manera más general) que viene a ajustarse en una funda vertical 4 de igual forma. Esta funda o cuerpo 4, de sección cuadrada, inscrita en la virola cilíndrica 1, tiene una corona 6 por la cual se apoya en toda su periferia sobre un soporte circular 7 solidario de la virola 1. El cuerpo 4 está igualmente mantenido centrado en la virola 1 en su extremo inferior.

30 Exteriormente, la virola cilíndrica 1 tiene cartelas 8 mediante las cuales puede reposar sobre una estruc



tura apropiada que recibe el conjunto de los intercambia-
dores unitarios que constituyen el generador de vapor.
Tiene por otra parte injertos de entrada y de salida de
sodio líquido. Dos injertos de entrada 10, diametralmen-
te opuestos, están situados a un nivel muy ligeramente su-
5 perior a la corona de apoyo 5, y el injerto de salida 11
está situado en el fondo del aparato.

La virola 1 es obturada en su parte superior por
una cubierta acampanada 12. Esta cubierta presenta una
10 parte inferior cilíndrica que está reunida con la virola
1 por bridas 13 provistas de una junta de labios para sol-
dar y apretadas por una corona de pernos. Está provista
en su extremo superior de un disco de reventamiento 14 que
15 asegura la seguridad en caso de sobrepresión accidental
en el intercambiador. Recibe, por otra parte, todos los
injertos elementales 15 de entrada y de salida de agua o
de vapor.

El conjunto de los tubos 2 está soportado por un
dispositivo que permite la libre dilatación, de una parte
20 del conjunto respecto a la virola 1, de otra de los pane-
les elementales entre ellos. El dispositivo previsto
permite igualmente evitar las vibraciones eventuales ba-
jo el efecto de la circulación de los flúidos. Este dis-
positivo tiene dos grupos de tirantes verticales 16 cuya
25 separación relativa es mantenida mediante riostras regu-
larmente distribuídas sobre las cuales se apoyan las di-
ferentes bucles de los tubos en serpentín 2. Los tiran-
tes 16 suspenden el conjunto de los tubos de dos vigas
transversales 18 cuyos extremos reposan sobre ménsulas 19
30 solidarias de la cubierta 12 (véase la fig. 2).



5 Cada tubo en serpentin 2 se prolonga en cada uno de sus extremos por medio de tubos verticales rectos 20 ó 21 hasta los injertos 15 de la cubierta 12. Los tubos rectos 21 que descienden por el interior de la funda 4 hasta el extremo inferior de los tubos en serpentines 2 están provistos exteriormente de fundas metálicas concéntricas 22 que evitan los cambios de calor parásitos entre fluido calefactor y fluido calentado.

10 Unos tubos de unión 24 de pequeño diámetro, dispuestos radialmente frente a la pared cilíndrica de la cubierta 12 al exterior de ésta, unen los injertos 15 a colectores 25 y 26, respectivamente, de llegada y de salida de agua o de vapor. Estos colectores tienen una forma anular y están dispuestos uno encima de otro en torno de la
15 cubierta 12. Están suspendidos por una armadura 28 de la cubierta 12 misma. Cada colector está, por otra parte, conectado a una red de distribución por los orificios que aparecen en la fig. 2.

20 El sentido del recorrido de los fluidos en el intercambiador descrito viene determinado para obtener un intercambio de calor metódico. El sodio líquido entra por los dos injertos 10 diametralmente opuestos en la virola 1, franquea el vertedero formado por el extremo superior de la funda cuadrada 4, recorre el haz de tubos 2 de arriba hacia abajo, luego se reúne en el fondo del intercambiador para poder ser evacuado por el injerto central inferior 11. La estanqueidad aproximada realizada
25 por ajuste de la corona 6 de la funda cuadrada 4 sobre el soporte interior 7 de la virola 1 es suficiente para evitar la circulación directa del metal líquido en el espacio
30



comprendido entre la funda 4 y la virola 1 y, por consiguiente, para obligarle a lamer los tubos 2.

5 El sodio líquido no llena el volumen interno del intercambiador en su totalidad. Por el contrario, se establece un nivel libre ligeramente por encima del vertedero antes citado. El volumen que está encima de este espacio libre está ocupado por un gas químicamente neutro frente al sodio líquido, por ejemplo argón. Esta disposición presenta la ventaja de limitar el volumen de metal líquido empleado en el aparato y de evitar que los injertos de entrada y de salida de agua o de vapor estén bañados en el metal líquido. Además, el nivel libre está situado por debajo de la junta entre la cubierta 12 y la virola 1 propiamente dicha; la junta se encuentra pues en la atmósfera de gas inerte y no es bañado nunca por el sodio líquido. Lo mismo ocurre, por lo demás, con el disco de revestimiento 14.

10 El fluido calentado, constituido por agua o vapor, es distribuido a los diferentes tubos 2 por el colector anular 25. Desciende por los tubos rectos enfundados 21 hasta la parte inferior del haz de intercambio y luego sube calentándose en cada tubo en serpentín 2. El fluido caliente abandona el haz de intercambio por los tubos rectos 20, unidos a los tubos de unión superiores 24. Atraviesa así la cubierta 12 de la virola y es recogido por el colector anular 26.

15 La salida individual de los tubos de unión 24 fuera de la virola (o más exactamente, de la cubierta 12) permite aislar fácilmente uno cualquiera de los tubos 2 cuando se produce una fuga local. Por otra parte, el



5

aparato puede desmontarse fácilmente para permitir el acceso a los tubos de intercambio 2 mismos cuando es necesario, por ejemplo sustituir uno o más paneles. Basta, en efecto, desoldar la junta entre virola y cubierta y extraer el conjunto del haz fuera de la funda o cuerpo 4 arrastrándolo al mismo tiempo que los colectores de agua o de vapor con la cubierta 12.

10

Naturalmente, el invento no está limitado en modo alguno al modo de realización anterior, descrito a título de ejemplo. Engloba, por el contrario, todas sus variantes que permanezcan dentro del marco de las equivalencias mecánicas.

15

Esta solicitud que corresponde a la Presentada en Francia, el 12 de Mayo de 1.966, bajo el número P.V. 61.378, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

20

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan a continuación para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años son los siguientes:

- 10 - 340407



1.- Aparato intercambiador de calor, que tiene una pluralidad de tubos de circulación de un primer fluido de cambio replegados en forma de serpentines planos en planos paralelos, una funda o cuerpo longitudinal, de sección rectangular, que rodea al conjunto de dichos tubos y dispuesta a su vez en el interior de una virola cilíndrica en la cual desembocan conductos de alimentación y de salida de un segundo fluido de cambio, respectivamente a uno y otro lado de un tabique transversal, sensiblemente estanco, que une la funda a la virola, estando obturada dicha virola en su extremo superior por una cubierta desmontable soldada, atravesada por los dos extremos de cada uno de dichos tubos que desembocan, respectivamente, en el exterior de la cubierta, en un colector de entrada y un colector de salida del primer fluido de cambio citado.

2.- Aparato intercambiador de calor según la reivindicación 1, que tiene medios de suspensión de cada uno de dichos tubos en serpentines planos a dicha cubierta y en el cual los colectores de entrada y de salida del primer fluido de cambio son solidarios de dicha cubierta.

3.- Aparato intercambiador de calor según la reivindicación 1 ó 2, en el cual dicho segundo fluido de cambio tiene, en funcionamiento, un nivel libre situado en el interior de la virola cilíndrica por debajo de la soldadura de la cubierta y coronado por una atmósfera de gas inerte.

4.- "Aparato intercambiador de calor", (Clase Internacional F28b G21)

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y



para los fines que se han especificado.

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

Madrid,

P. A.

21 MAY. 1967
Alberto de Ezaburo
[Handwritten signature]

5

- 12 - 340407

23.5.67
ACV.

340407 21

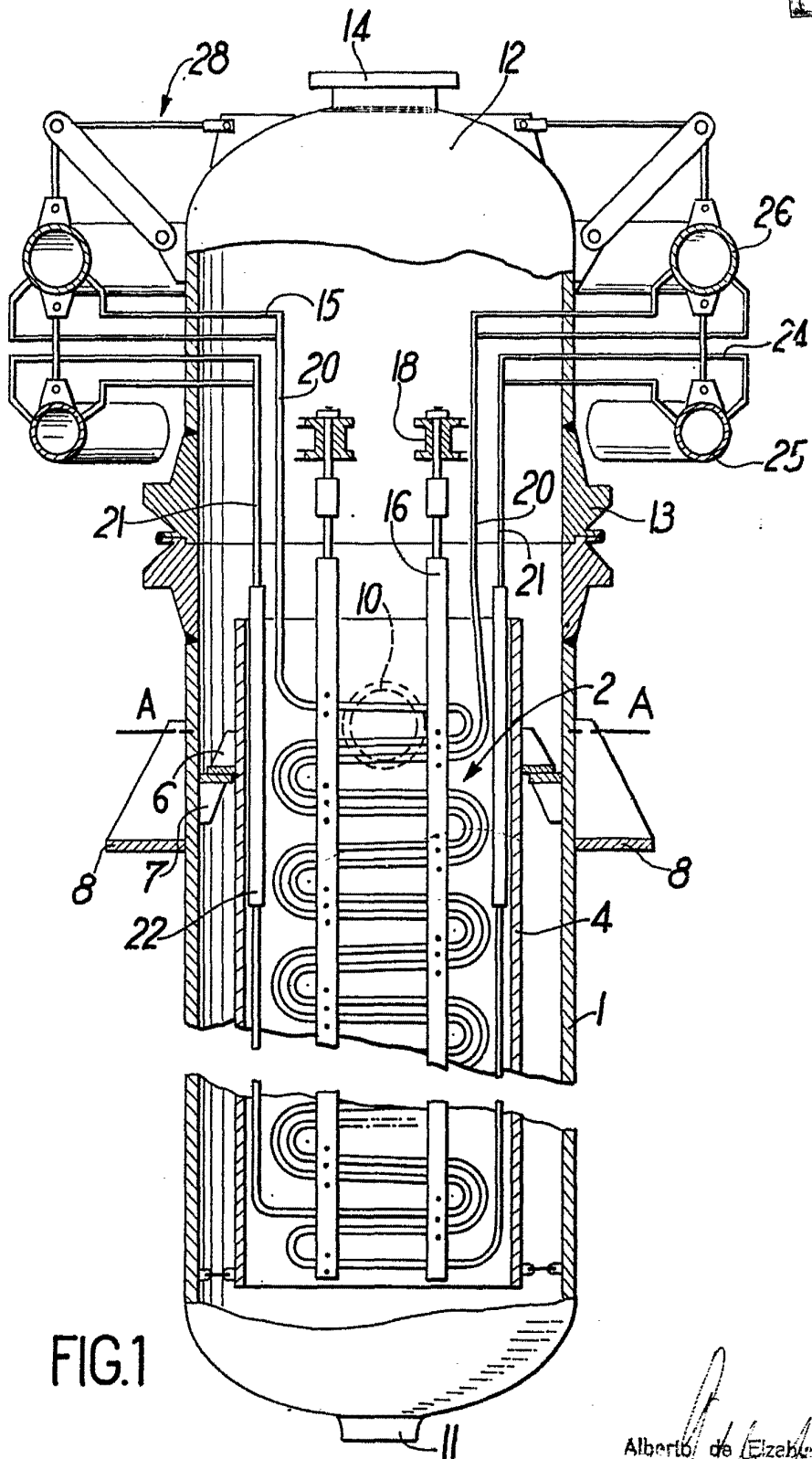


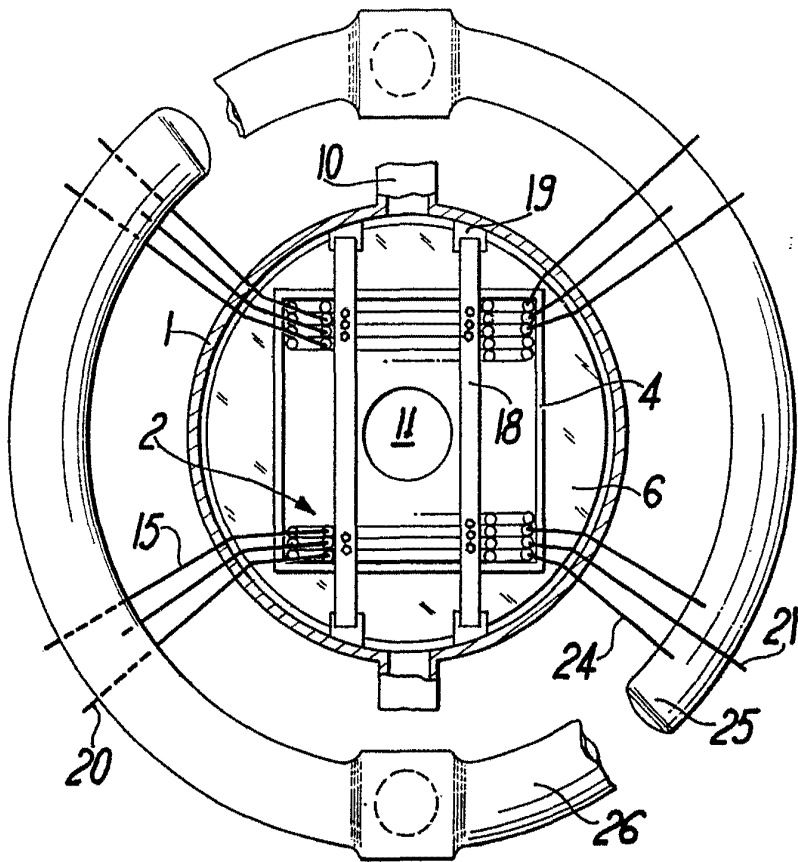
FIG.1

Alberto de Elzebe
Inventor

340487

200

FIG.2



Ministre de l'Énergie
1954