



PATENTE DE INVENCION

B. 2076-3

328749

32 8749

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en la construcción
de cambiadores de calor."

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en: 29, rue de la Fédération, PARIS 15^e,
Francia.

El presente invento se refiere a un cam-
biador de calor entre dos flúidos por radiación.

El cambiador de calor, según el invento,
resulta particularmente apropiado -sin limitarse a
5. ésta sólo aplicación- para la recuperación del calor



irradiado por los gases a una temperatura elevada (2500°C o más) que salen de una tobera de conversión magnetohidrodinámica en la cual se efectúa la transformación de energía calorífica en energía eléctrica.

5. Esta energía calorífica proviene, la mayoría de las veces, de la combustión de un combustible, tal como un hidrocarburo, un aceite ó carbón pulverizado en un comburente (aire eventualmente peroxigenado), que se efectúa en una cámara de combustión que precede a la tobera de conversión magnetohidrodinámica.
- 10.

En éste ejemplo de aplicación que será desarrollado a continuación, los problemas planteados por los cambios térmicos son particularmente difíciles de resolver.

15. Los gases que salen de la tobera de conversión tienen una temperatura del orden de 2.400° K (grados absolutos ó Kelvin).

- La recuperación de calorías, a partir de éstos gases en una caldera colocada a continuación de la tobera, no puede efectuarse más que si la temperatura de éstos gases se reduce previamente y se lleva por ejemplo a 1600° K aproximadamente.
- 20.

- El enfriamiento de los gases entre la salida de la tobera y la caldera puede efectuarse por ejemplo en un cambiador que utilice el calor recuperado para precalentar, hasta 1850° K aproximadamente, el aire admitido como comburente en la cámara de combustión situada por delante de la tobera.
- 25.

- Este cambiador debe pues poder trabajar a temperaturas comprendidas entre 2400° K y 1600° K aproxima-
- 30.



madamente y debe por otra parte soportar diferencias de presión importantes entre el fluido a precalentar (el aire de combustión está, por ejemplo, a una presión de 6 atmósferas ó mas) y el fluido que sale de la tobera (cuya presión, como consecuencia de la descompresión en la tobera, no es más que un poco superior a la atmósfera).

5.

Las condiciones de temperatura excluyen los cambiadores metálicos.

10.

Por otra parte, los cambiadores conocidos, en los cuales se utilizan paredes refractarias, para separar los dos fluidos, entre los cuales se efectúa la transmisión no son los más utilizables puesto que, dada la diferencia de presión entre los dos fluidos, harían falta, para separarlos, tales gruesos de pared que los cambiadores térmicos serían débiles, en razón de la escasa conductividad térmica de éstas paredes.

15.

Los cambiadores de calor, anteriormente propuestos para resolver éstos problemas, son esencialmente de dos tipos.

20.

El primer tipo está constituido por los cambiadores de tipo Gowper, de masa refractaria fija, que se hace recorrer alternativamente por los gases que salen de la tubería MHD y por el aire a recalentar.

25.

Tales cambiadores tienen pues un funcionamiento discontinuo y se les asocia generalmente por pares: la masa refractaria de uno de los cambiadores es recorrida por los gases que salen de la tobera que le cede sus calorías, en tanto que la masa refractaria del otro cambiador, anteriormente calentada por éstos mismos gases, es atravesada

30.

por el aire a precalentar.

- 4 - 328749



Un sistema de válvulas permite hacer pasar los gases calientes y el aire a precalentar alternativamente a uno ú otro de los dos cambiadores.

5. Tal conjunto de dos cambiadores conserva el inconveniente de un funcionamiento intermitente y exige la utilización de válvulas, que funcionan a elevada temperatura y en un medio muy corrosivo.

10. En efecto, los gases muy calientes salen de una tobera de conversión magnetohidrodinámica conteniendo elementos alcalinos (cesio ó potasio por ejemplo), que han sido introducidos a la entrada de la tobera para aumentar la conductividad eléctrica de éstos gases.

15. Hasta el momento no ha sido posible realizar válvulas que efectúen un funcionamiento satisfactorio en éstas condiciones.

Otra ~~solución~~ resolución propuesta para resolver éstos problemas es un cambiador de lecho refractario móvil.

Este género de cambiador comprende dos compartimientos superpuestos y comunicantes.

20. Se introduce en la parte alta del compartimiento superior un refractario (cerámica por ejemplo) en forma de granos ó polvo, y éste se desliza por gravedad al compartimiento inferior en la parte inferior del cual se recoge é introduce de nuevo en la parte alta del compartimiento superior.
- 25.

30. Se hace atravesar el compartimiento superior por los gases calientes que salen de la tobera MHD, que cedan sus calorías a la masa refractaria que se desliza hacia el compartimiento inferior. Este último es recorrido por el aire a precalentar que enfría la masa re



328749

fractaria.

Tal cambiador presenta, esencialmente, el inconveniente de tener dos compartimientos recorridos por gases a presiones diferentes: los gases calientes que recorren el compartimiento superior están a una presión algo superior a la presión atmosférica, mientras que el aire a precalentar que atraviesa el compartimiento inferior está, por ejemplo, a 6 atmósferas ó más y puede por tanto venir a difundir en el compartimiento superior. Por otra parte, en éste tipo de trocador, el refractario está sometido a una fuerte erosión durante su circulación.

Por último, éste cambiador, como el anterior, posee el inconveniente de poner el refractario en contacto con gases muy corrosivos que lo deterioran progresivamente.

El cambiador de calor por radiación, según el invento, no presenta ninguno de los inconvenientes indicados anteriormente y se define por una gran eficacia.

De forma precisa, el cambiador de calor entre dos fluidos por radiación, según el invento, se caracteriza por el hecho de que comprende, por una parte, una cámara de radiación de forma prismática en la cual se desliza, siguiendo la dirección de su eje longitudinal, el fluido más caliente y cuya pared, que es de un material transparente que no absorbe prácticamente las radiaciones emitidas por éste fluido, aparece, vista en sección según un plano perpendicular a dicho eje longitudinal, como constituida por la yuxtaposición de elementos cada uno de los cuales es una sección recta de una lente óptica convergente, y, por otra parte, una cubierta de un material térmi-



- camente aislante, que rodea dicha pared y en la cual se hallan dispuestas cavidades prismáticas paralelas a dicho eje longitudinal, teniendo cada una de éstas cavidades una de sus paredes constituida por una de las referidas lentes convergentes y estando dividida en dos compartimientos por un diafragma, que hace que se comuniquen dichos compartimientos por una ranura estrecha dispuesta paralelamente al eje longitudinal de la cámara de radiación y coincidente con la recta de los focos de la lente correspondiente, estando recorrido el compartimiento más alejado de la cámara de radiación por un fluido de temperatura inferior a la del fluido que se desliza por dicha cámara, siendo tal el montaje que el citado compartimiento se muestra como un cuerpo negro y aprisiona prácticamente la totalidad de la energía calorífica que recibe y que sirve para calentar el fluido que por allí circula.
- 5.
- 10.
- 15.

Otras características y ventajas del presente invento se evidenciarán por la descripción que sigue hecha con referencia a los planos anexos, en los cuales

- 20.
- 25.
- la fig. 1a es una vista de un cambiador según el invento en sección aa por un plano que pasa por el eje longitudinal XY de la cámara de radiación. Este eje, que constituye un eje de simetría para el cambiador, sólo ha sido enteramente representado en su parte situada por encima de XY,
- la fig. 1b es una vista parcial del mismo cambiador, en sección bb por un plano perpendicular al eje XY.

- 30.
- Tal como muestran las figuras, el trocador comprende una cámara de radiación 1 recorrida según las fle-

3207496

chas F_c por el fluido caliente, constituido por ejemplo por los gases a alta temperatura que emanan de una tobera de conversión magnetohidrodinámica (tobera MHD).

5. La cámara de radiación 1, en éste ejemplo, tiene una forma prismática de sección hexagonal (fig. 1b).

10. Esta cámara 1 está rodeada por una pared 2 de un material transparente, que no absorbe sensiblemente la energía irradiada por el fluido caliente, teniendo por lo general las radiaciones emitidas longitudes de onda comprendidas entre 0,3 y 4,4 μ .

Este material transparente podrá ser un vidrio transparente a la radiación infrarroja, por ejemplo Purasil 453 ó Vycor.

15. En la sección dada por un plano perpendicular al eje longitudinal XY de la cámara 1, se muestra que la pared 2, está constituida, por la reunión en torno a ésta cámara, de elementos transparentes 5, que son lentes convergentes. En la figura 1b, éstas lentes, son planoconvexas.

20. En éste ejemplo de realización, más particularmente destinado a las utilizaciones (MHD por ejemplo) en las cuales la cámara 1 es recorrida por gases calientes corrosivos ó simplemente sucios que pueden depositarse sobre las paredes internas de la cámara 1, se ha previsto separar la pared 2 de la cámara 1 por una segunda pared 4.

25. Esta pared 4 se dispone a cierta distancia de la pared 2, dejando un espacio anular libre 3. Es, igualmente, de un material transparente que absorbe la menor cantidad posible de energía irradiada por el fluido caliente que atraviesa la cámara 1.

30.



Este material podrá ser el mismo que el que constituye la pared 2.

5. Por el espacio anular libre 3 circula un gas que no absorbe sino muy poco la energía irradiada por el fluido que atraviesa la cámara 1.

Este será, por ejemplo, simplemente nitrógeno ó aire, desprendidos del gas carbónico y del vapor de agua que puedan contener.

10. En el ejemplo de realización ilustrado por la fig. 1a, éste gas, que recorre el espacio anular 3, atraviesa la pared 4, por intermedio de aberturas (orificios ó ranuras) 6, dispuestas en la misma, enfriando así ésta última y formando al deslizarse (flechas F_g) una capa gaseosa de escaso espesor sobre la superficie de dicha pared, en contacto con los gases calientes de la cámara 1. Esto tiene por efecto proteger ésta superficie de la pared contra los depósitos corrosivos o/y sucios debido a los elementos en suspensión en los gases calientes (sedimentación alcalina y/o polvo, por ejemplo, en el caso de la NHD).

15. La pared transparente 2 está cubierta por un material aislante 7, en el cual se hallan dispuestas cavidades 8, de forma cilíndrica ó prismática (siendo éste último caso el representado) cuyo eje longitudinal es sensiblemente paralelo al de la cámara 1.

20. Cada una de las cavidades 8 se halla dispuesta frente a un elemento transparente 5, al cual está asociada y a una de sus paredes constituida por el citado elemento que forma lente.

25. Cada cavidad está separada en dos compartimien

3287436



5. tos por un diafragma 9 dispuestos aproximadamente en el foco de la lente asociada 5 y que no deja pasar, hacia el compartimiento 10 de la cavidad, más que un estrecho haz de las radiaciones emitidas por el fluido caliente que atraviesa la cámara 1.

El compartimiento 10 absorbe, en éste caso, sensiblemente la totalidad de la energía calorífica recibida, comportándose así como un cuerpo negro.

10. De éste modo, se concentra la radiación en el compartimiento 10, que es recorrido por un deslizamiento longitudinal del fluido a recalentar (fig. 1a, flechas F_p), por ejemplo, el aire de combustión que se desea precalentar, en el caso de la MHD.

15. Este deslizamiento se hará, por ejemplo, a contra-corriente del deslizamiento de fluido caliente en la cámara de radiación 1 (flechas F_c); así como se ilustra en la fig. 1a, pero debe quedar bien entendido que ambos flujos pueden tener el mismo sentido de deslizamiento.

20. Las paredes de las cavidades 8 serán de un material refractario tal como alúmina ó circona. Una pared 11, que puede ser metálica, por ejemplo de acero, podrá recubrir el trocador según el invento.

25. La pared 4 podrá ser de reducido espesor, si se hace circular por el espacio anular 3 un gas a una presión algo diferente de la del fluido más caliente, que se desliza por la cámara 1, con el fin de no someter ésta pared 4 a cargas mecánicas importantes.

30. Si el fluido a recalentar, que se desliza por los compartimientos 10, está, por su parte, a una presión muy diferente (caso ya señalado de la MHD), será la pared



2 la que esté sometida a cargas, que pueden ser muy elevadas, y en función de las cuales se calculará su espesor mínimo.

5. Podrán aportarse al cambiador, según el invento, modificaciones ó perfeccionamientos de detalle sin salir del marco correspondiente.

10. Es, por otra parte, evidente que el cambiador de calor, según el invento, es susceptible de numerosas aplicaciones, que no sean la sola recuperación de calor de los gases que salen de una tobera de conversión MHD, puesto que de una manera general es apropiado para la recuperación de calor por radiación, en particular a partir de gases inflamados, cuyo poder emisor podrá eventualmente aumentarse añadiendo productos de fuerte poder emisor, tal como el carbón pulverulento.

15.

N O T A

20. 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 se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Francia con fecha 6 de Julio 1.965 nº PV 23.710, accogiéndose, 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 LA CONSTRUCCION DE CAMBIADORES DE CALOR"; caracterizándose por lo siguiente:

25.

30.

1ª.- Perfeccionamientos en la construcción de

328749



- cambiadores de calor, entre dos fluidos por radiación, ca
racterizados porque en una cámara de radiación de forma
prismática desliza, siguiendo la dirección de su eje lon-
gitudinal, el fluido más caliente y cuya pared, que es de
5. un material transparente que no absorbe prácticamente las
radiaciones emitidas por éste fluido, está constituida por
la yuxtaposición de elementos, cada uno de los cuales, es
una sección recta de una lente óptica convergente; una cu
bierta de material térmicamente aislante rodea la citada
10. pared y en la cual se hallan dispuestas cavidades prismá-
ticas paralelas al citado eje longitudinal, teniendo cada
una de éstas cavidades una de sus paredes constituida por
una de las referidas lentes convergentes y estando aividi-
da en dos compartimientos por un diafragma que hace que
15. éstos compartimientos se comuniquen por una ranura estre-
cha dispuesta paralelamente al eje longitudinal de la cá-
mara de radiación y coincidente con la recta de los focos
de la lente correspondiente, estando el compartimiento más
alejado de la cámara de radiación recorrido por un fluido
20. de temperatura inferior a la del fluido que circula por di-
cha cámara, siendo tal el montaje que dicho compartimiento
se muestra como un cuerpo negro y aprisiona prácticamente
la totalidad de la energía calorífica que recibe y que sir-
ve para calentar el fluido que por allí circula.
25. 2ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque en el interior de la cáma-
ra de radiación y en las inmediaciones de la pared de és-
ta última, se dispone una segunda pared, de pequeño espe-
sor, de un material que no absorbe, prácticamente, las ra-
diaciones emitidas por el fluido que circula por la cáma-
- 30.

328749



ra de radiación, delimitando entre dos paredes un espacio libre por el cual circula un fluido, presentando dicha segunda pared perforaciones que permiten penetrar a éste fluido en la cámara de radiación.

5. 3ª.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque el material que constituye la pared de la cámara de radiación es un vidrio transparente a la radiación infrarroja.
10. 4.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados, porque el material que constituye la citada segunda pared es un vidrio transparente a la radiación infrarroja.
15. 5.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque el fluido que circula por dicho espacio libre es un gas que no absorbe, sino muy débilmente, la energía irradiada por el fluido que circula por la cámara de radiación.
20. 6.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, caracterizados porque éste gas es nitrógeno desprendido de gas carbónico y de vapor de agua.
25. 7.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque los dos fluidos circulan paralelamente.
30. 8.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque los dos fluidos circulan en contra-corriente.
30. 9.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque las paredes de cada cavidad, que no sean la pared constituida por una lente convergente, son de un material refractario.

3287490 JUL 1966



10.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 9, caracterizados porque éste material es alúmina.

11.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 9, caracterizados porque éste material es circona.

5. 12.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque una pared rodea la cubierta de material aislante.

10. 13.- Perfeccionamientos en la construcción de cambiadores de calor"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria é ilustrado en los adjuntos dibujos.

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

Madrid, 26 JUL. 1966

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
Rep. Esp. C. E. Ministerio de Educ.

32 8749

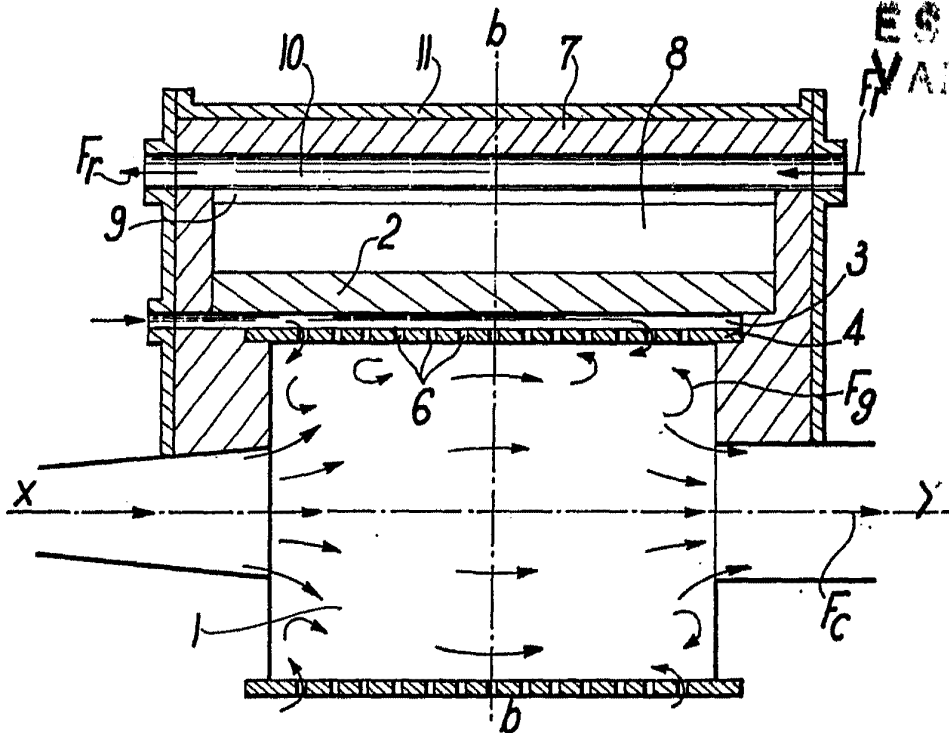


FIG. 1a

328749

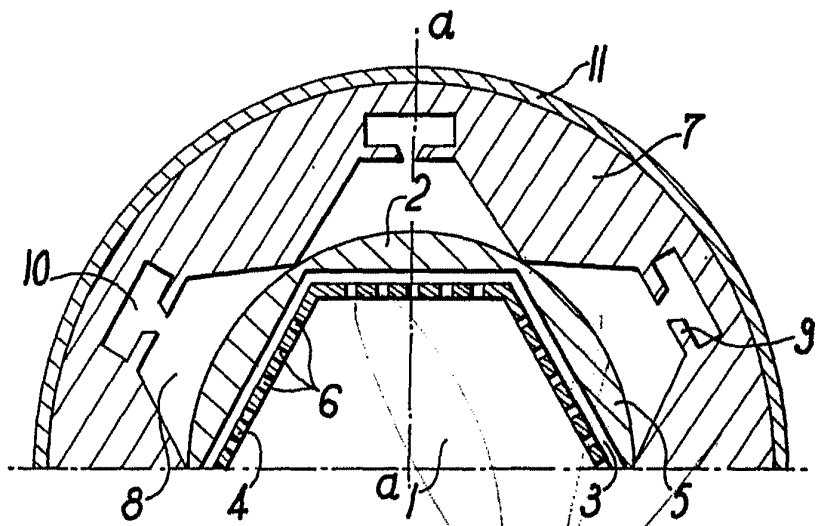


FIG. 1b

6 JUL 1966

Madrid

GOMEZ ACEBO Y MODELA
Ingenieros E. Hernández Ruiz