

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial

20 NOV. 1978

ES

11

21

22

NUMERO
468.695
FECHA DE PRESENTACION
11-4-78

10 AT



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
77/03939	12-4-77	Holanda
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F28D	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO PERFECCIONADO DE INTERCAMBIAR CALOR EN UN INTERCAMBIADOR DE CALOR E INTERCAMBIADOR DE CALOR PARA REALIZAR DICHO METODO".		
71 SOLICITANTE (S)		
ESMIL B.V.		(ES 12)
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Stationsstraat 48, Amersfoort, Holanda		
72 INVENTOR (ES)		
Dr. Ir. Dick Gerrit KLAREN		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.- 68.762)

1 El invento se refiere a un método de intercambio de calor y a un intercambiador de calor para realizar dicho método.

5 Un método de intercambio de calor y un intercambiador de calor se describen en la memoria de publicación alemana número 2.552.891, principalmente con referencia a la realización de una reacción química sobre una materia sólida con la ayuda de un agente líquido gaseoso. En el intercambiador de calor descrito, el intercambio de calor
10 tiene lugar entre un medio fluido primario, que pasa verticalmente hacia arriba a través de tuberías paralelas, y un medio fluido secundario que circula alrededor de las tuberías, mientras que en las tuberías y en las cámaras adyacentes a los extremos superiores e inferiores de las mismas el medio fluido primario circula a través de un material en forma de partículas y lo mantiene en un estado fluidificado en las tuberías.

15 En esta aplicación conocida, se utilizan dispositivos de agitación mecánica en las cámaras superior e inferior. Su función es aquí principalmente la de evitar la formación de acanalamientos en el material en forma de partículas de las cámaras, con el fin de que la distribución del fluido primario gaseoso entre las tuberías sea aleatoria. Otra función de los dispositivos de agitación es evitar una deposición irregular e incontrolada sobre el material en forma de partículas, que es sometido a conversión química.
25

30 Se ha manifestado que esta utilización de dispositivos de agitación da como resultado elevados costos de inversión, funcionamiento y conservación de la instalación.

1 -Particularmente si el intercambiador de calor fuese utili-
zado en una instalación de evaporación de agua salina o sa-
lobre con el fin de producir agua potable o agua para pro-
cesos industriales, estos costos adicionales probarían ha-
5 cer a la instalación considerablemente más costosa y al mé-
todo más complicado.

Se especifica que los métodos de intercambio de
calor y los intercambiadores de calor en los cuales se flui-
difica material granular en tuberías verticales son conoci-
dos para la producción de agua fresca, por ejemplo de la
10 solicitud de patente holandesa número 73.16401. Las partí-
culas sólidas están destinadas, por su presencia en un es-
tado fluidificado, a mejorar el intercambio de calor entre
la pared de la tubería y el medio fluido primario con baja
15 velocidad de este último.

Una considerable desventaja del intercambiador
de calor de esta solicitud de patente holandesa es la exis-
tencia de un dispositivo de estrangulamiento junto a la en-
trada de cada tubería de intercambiador de calor. Este dis-
20 positivo de estrangulamiento es necesario para fluidificar
el relleno de partículas sólidas de modo uniforme en todas
las tuberías hasta la cámara superior para el fluido prima-
rio. Se ha mostrado mediante ensayos con un intercambiador
de calor que sigue este principio, que su funcionamiento
25 apropiado depende en un elevado grado de la manera en que
los dispositivos de estrangulamiento son susceptibles de
resultar bloqueados. Si un dispositivo de estrangulamiento
resulta bloqueado, la tubería en cuestión será llenada
completamente con las partículas procedentes de la capa de
30 partículas existente en la cámara superior, y la tubería

1 -en cuestión es eliminada de modo efectivo del procedimien-
to de intercambio de calor. Si, después de un cierto perio-
do de tiempo, el número de tuberías bloqueadas forma una
parte sustancial de la superficie intercambiadora de calor
5 total, puede ser necesario suspender el funcionamiento de
todo el intercambiador de calor con el fin de vaciar las
tuberías que están completamente llenas con partículas só-
lidas, y de remediar la causa del bloqueo de los dispositi-
vos de estrangulamiento de estas tuberías. Resulta evidente
10 que dicho curso del trabajo con grandes intercambiadores de
calor con miles de tuberías paralelas puede ser un método
complicado y largo incluso si sólo un pequeño porcentaje
de todas las tuberías ya no está en acción dado que sus
dispositivos de estrangulamiento son bloqueados.

15 De acuerdo con el invento, en un aspecto, se crea
un método de intercambio de calor en un intercambiador de
calor que tiene una pluralidad de tuberías que se extienden
hacia arriba para circulación ascendente de un medio prima-
rio, y alrededor de las cuales en funcionamiento circula
20 un medio secundario, una cámara inferior junto a los extre-
mos inferiores de dichas tuberías desde la cual el fluido
primario entra en las tuberías y que contiene un sistema de
distribución adaptado para distribuir la circulación a tra-
vés de la sección transversal de dicha cámara inferior, y
25 una cámara superior junto a los extremos superiores de las
tuberías dentro de los cuales el fluido pasa desde las tu-
berías, conteniendo las tuberías y las cámaras superior e
inferior material en partículas fluidificables, en cuyo
método el caudal del medio primario es seleccionado de mo-
30 do tal que el material en partículas es fluidificado dentro

1 de las tuberías y dentro de las cámaras superior e inferior
sin agitación mecánica, el sistema de distribución hace que
el medio primario sea introducido en las tuberías de modo
sustancialmente uniforme a lo largo de la sección transver
5 sal de la cámara inferior y la caída de presión (ΔP_d) a
través del sistema de distribución y la caída de presión
(ΔP_b) causada por todo el material en partículas satisfac
cen la condición:

$$10 \quad 0,01 < \Delta P_d \cdot 100 / \Delta P_b < 400.$$

De acuerdo con el invento, en otro aspecto se
crea un intercambiador de calor apropiado para llevar a
cabo el método del invento tal como arriba se describe.

Es evidente que, en el método del invento, se
15 impide o hace mínima la formación de corrientes preferentes
en la cámara inferior, de manera que el suministro del ma
terial en partículas fluidificado junto a las aberturas in
feriores de las tuberías es uniforme en un elevado grado.
Otro resultado que puede obtenerse con el invento consiste
20 en que las disparidades de porosidad del material en partí
culas fluidificado pueden ser muy pequeñas entre las tube
rías, incluso si para este fin no necesita utilizarse un
dispositivo de estrangulamiento junto a la entrada de ca
da tubería. Todo ello puede lograrse sin ningún dispositi
25 vo de agitación en los espacios inferior o superior. También
es posible evitar la utilización de dispositivos de estran
gulamiento en las tuberías.

Es evidente que de este modo puede obtenerse una
instalación considerablemente más simple. Una ventaja adi
30 cional de esta instalación con respecto a una que tiene

1 -dispositivos de estrangulamiento junto a las entradas de
las tuberías consiste en que toda la resistencia a la cir-
culación del medio fluido primario a través de la instala-
ción es reducida considerablemente. Esto da como resultado
5 ahorros de energía.

Con debida consideración a la condición antes
mencionada que ha de ser cumplida por ΔP_d y ΔP_b , el ries-
go de aparición de corrientes preferentes en la cámara in-
ferior o en la cámara superior y la consiguiente distribu-
10 ción irregular del material en partículas fluidificado en
las tuberías se puede reducir adicionalmente si las tube-
rías tienen junto a sus extremos inferiores elementos que
proporcionan afluencia en las tuberías, los cuales elemen-
tos están colocados por debajo del lado superior de la cá-
15 mara inferior. Este elemento de afluencia puede ser fijado
a la tubería, o puede ser el extremo inferior del tubo in-
tercambiador de calor propiamente dicho.

El orificio de entrada del elemento de afluencia
es preferiblemente perpendicular a la línea de centros del
20 elemento de entrada. También preferiblemente, los orifi-
cios de entrada en dichos elementos de afluencia están dis-
puestos al menos parcialmente de manera que sea lateral la
circulación a través de ellos. Los elementos de afluencia
tienen la gran ventaja de que el material en partículas
25 fluidificado en la cámara inferior se encuentra separado y
despejado de la placa de tuberías en que están fijadas las
tuberías. De esta manera, se activa en una gran extensión
un intercambio apropiado del material en partículas entre
las tuberías y la cámara inferior, y adicionalmente este
30 intercambio es hecho menos sensible a la oblicuidad del in

1 -tercambiador de calor.

5 Tal como ya se ha especificado, una de las funciones del material en partículas dentro de las tuberías es la de mejorar la transferencia de calor a y desde la superficie interior de las tuberías. Resultará evidente que para un efecto tangible sobre la transferencia de calor debe estar presente en las tuberías una cierta cantidad mínima del material en partículas. No obstante, como resultado del requisito de que en la cámara inferior el material en partículas debe también ser fluidificado, en conjunto se logra que la porosidad del material en partículas dentro de las tuberías suba de modo pronunciado debido a que la velocidad del medio primario en las tuberías es mayor que en la cámara inferior.

15 No obstante, se ha manifestado ahora que a pesar de la fluidificación del material granular en la cámara inferior, se puede obtener una transferencia de calor especialmente satisfactoria en las tuberías si el área de sección transversal de la cámara inferior A_0 directamente por debajo de los orificios para la afluencia en las tuberías y la suma de las secciones interiores de todas las tuberías A_p satisfacen la siguiente relación

$$1,75 < A_0/A_p < 16$$

25 Más preferiblemente,

$$1,85 < A_0/A_p < 8$$

30 Para un experto en el campo de lechos fluidificados no existe aquí ningún problema en diseñar el área de sección del haz de tuberías sobre esta base.

1 El intercambiador de calor del invento puede ser
utilizado para intercambiadores de calor en los que el ma-
terial en partículas permanece inalterado. En este caso es
suficiente que el intercambiador de calor sea llenado con
5 este material en partículas. El estado fluidificado del ma-
terial en partículas en todo el intercambiador (el cual
puede lograrse con el invento) es, no obstante, también
particularmente apropiado cuando se retira, suministra o
reemplaza el material. Además de suministrar y retirar si-
multáneamente el relleno, es también posible suministrar o
10 retirar solamente el relleno, a través de la cámara infe-
rior o de la cámara superior. De este modo se puede hacer
variar el peso del relleno sólido en el intercambiador de
calor.

15 El nuevo aparato hace también posible utilizar
un material de relleno cuyas partículas crecen como resul-
tado de las condiciones del procedimiento. Esto puede ocu-
rrir, por ejemplo, si el intercambiador de calor es utili-
zado para calentar, dentro de las tuberías, a un líquido
20 que contiene un soluto que tiene una solubilidad inferior a
temperaturas acrecentadas y se depositará preferentemente
sobre el material de relleno si éste tiene una estructura
cristalina más o menos similar a la del soluto. Si crecen
entonces las partículas del relleno sólido, la mayor parte
25 de las partículas de tamaño acrecentado descenderán por las
tuberías y subsiguientemente pueden ser recogidas de la
cámara inferior sin interferencia en el funcionamiento del
intercambiador de calor.

30 Si se desea, dos o más de las unidades intercam-
biadoras de calor del invento pueden ser apiladas, una so-

1 bre la parte superior de la otra, y hechas funcionar en se-
rie. La cámara superior del intercambiador de calor inferior
puede funcionar entonces al mismo tiempo como la cámara in-
ferior para el siguiente intercambiador de calor situado
5 encima. El número de tuberías y el diámetro interior de di-
chas tuberías puede ser diferente en cada intercambiador de
calor, siempre que se garantice un intercambio apropiado
del material en partículas entre la cámara inferior, la cá-
mara superior y las tuberías; también es posible utilizar
10 tuberías con diámetros interiores variables para cada in-
tercambiador de calor.

En la fluidificación del material en partículas
en la cámara inferior de cada intercambiador de calor, to-
davía puede lograrse una transferencia de calor apropiada
15 en las tuberías de este intercambiador de calor si para
cada intercambiador de calor se presenta la relación requere-
da de las cantidades A_0 y A_p arriba definidas.

La relación de las caídas de presión requerida
por el invento también se mantiene para varios intercambia-
20 dores de calor colocados unos por encima de los otros, en
que la caída de presión como resultado de la masa del ma-
terial en partículas fluidificado se relaciona con el mate-
rial en partículas de todos los intercambiadores de calor
situados uno sobre la parte superior del otro.

25 La ventaja de varias unidades intercambiadores de
calor unas por encima de las otras es la posibilidad de
construir una gran superficie intercambiadora de calor a
partir de unidades comparativamente pequeñas. Haciendo va-
riar el número de tuberías y/o el diámetro interior de las
30 tuberías, la porosidad del material en partículas fluidifi-

1 -cadas en las tuberías puede ser hecha variar también entre
los intercambiadores de calor y consiguientemente puede ser
adaptada a las condiciones que se obtienen en cada uno de
ellos.

5 Ahora se describirán a título de ejemplo formas
de realización del invento con referencia a los dibujos
anejos, en los cuales:

La figura 1 muestra un intercambiador de calor
que lleva a realización el invento;

10 La figura 2 muestra dos de dichas unidades inter-
cambiadoras de calor situadas una sobre la parte superior
de la otra.

El intercambiador de calor de la figura 1 tiene
una envolvente 1 que está subdividida en varios comparti-
15 mientos 2. A través de éstos pasan tuberías 3 inter-
cambiadoras de calor verticales y paralelas, las cuales están fi-
jas en placas 4 y 5 de tuberías. Los compartimientos 2 fun-
cionan como elementos intercambiadores de calor conectados
en serie. A través de ellos, fuera de las tuberías 3 inter-
20 cambiadoras de calor pasa un medio secundario (que en sí
puede diferir de un compartimiento 2 a otro), mientras que
un medio primario circula a través de una cámara inferior
que consiste en dos partes 6 y 7 de cámara en una direc-
ción ascendente a través de piezas de afluencia 3a y luego
25 a través de las tuberías 3 intercambiadoras de calor en
una cámara superior 8. Desde luego, el medio primario debe
ser el mismo para todos los compartimientos 2.

Las tuberías 3 intercambiadoras de calor del haz
de tuberías pueden ser tuberías cilíndricas lisas normales.
30 Las tuberías pueden ser también ranuradas o pueden estar

1 -provistas con aletas en el exterior. Para tuberías con ranuras en el interior es deseable que el radio de curvatura en el fondo de cada ranura sea mayor que las dimensiones de las partículas de un material de relleno 9 en forma de partículas, con el cual son rellenas las tuberías 3 y que en utilización es mantenido en un estado fluidificado por la circulación ascendente de líquido.

5
10 Junto a la parte superior, las tuberías 3 intercambiadoras de calor están en una comunicación abierta con la cámara superior 8 en que hay una capa 10 del relleno en partículas, cuyas partículas también están fluidificadas.

15 En las cámaras inferior y superior el relleno sólido puede ser suministrado o retirado a través de una conexión 11 y/o una conexión 12. Las partículas sólidas situadas en la parte 7 de la cámara inferior, que están en un estado fluidificado son impedidas de llegar a la parte 6 de la cámara por una placa de distribución 13 que tiene aberturas para el paso del líquido circulante; la placa 13 puede estar equipada apropiadamente con toberas. Por razones de resistencia mecánica puede ser aconsejable curvar ligeramente la placa de distribución 13.

20 La finalidad de la placa de distribución 13 es la de llevar a cabo una circulación uniforme junto a la placa 5 de tuberías sobre toda la zona, para cuyo fin es necesario que el líquido experimente una caída de presión cuando pase por la placa de distribución 13.

25
30 La parte 6 de la cámara tiene un lugar de evacuación 14 para la eliminación de cualquier cantidad de polvo que pueda haberse acumulado en este compartimiento. Si el líquido primario está contaminado puede ser aconsejable que

1 -la sección transversal máxima de la parte 6 de la cámara
sea mucho mayor que la sección transversal de la parte 7
de la cámara, dado que esto induce la deposición de polvo
así como reduce el riesgo de obstrucción de, por ejemplo,
5 los orificios en la placa de distribución 13.

En la forma de realización ilustrada, se obtuvo
un proceso controlable con facilidad y estable de la si-
guiente manera:

10 Agua marina fué suministrada a la cámara inferior
de un intercambiador de calor que consistía en sesenta y
una tuberías de 19 milímetros (3/4"); el agua marina fué
calentada en compartimientos sucesivos suministrando vapor
de agua al exterior de las tuberías.

15 La caída de presión causada por el sistema de
distribución 13 ascendió a aproximadamente 20% de la caída
de presión causada por el peso del material en partículas
fluidificado en el intercambiador de calor.

20 El pasaje (área de circulación) de la cámara in-
terior directamente por debajo de los orificios inferiores
de las tuberías era sólo alrededor de 2,7 veces el pasaje
total de las tuberías intercambiadoras de calor. Con una
velocidad de circulación en las tuberías de aproximadamente
0,12 m/segundo, el material en partículas de las tuberías
se fluidificaba con una porosidad de aproximadamente 80%,
25 mientras que la porosidad del material en forma de partícu-
las similarmente fluidificado en la cámara inferior ascen-
día a alrededor de 45%. Todas las tuberías fueron provistas
con una pieza de afluencia que sobresalía por debajo del la-
do superior de la cámara inferior.

30 La figura 2 muestra dos intercambiadores de calor

1 según se ilustran en la figura 1, colocados uno sobre el otro, funcionando también la cámara superior del intercambiador de calor inferior como la cámara inferior del intercambiador de calor superior.

5

10

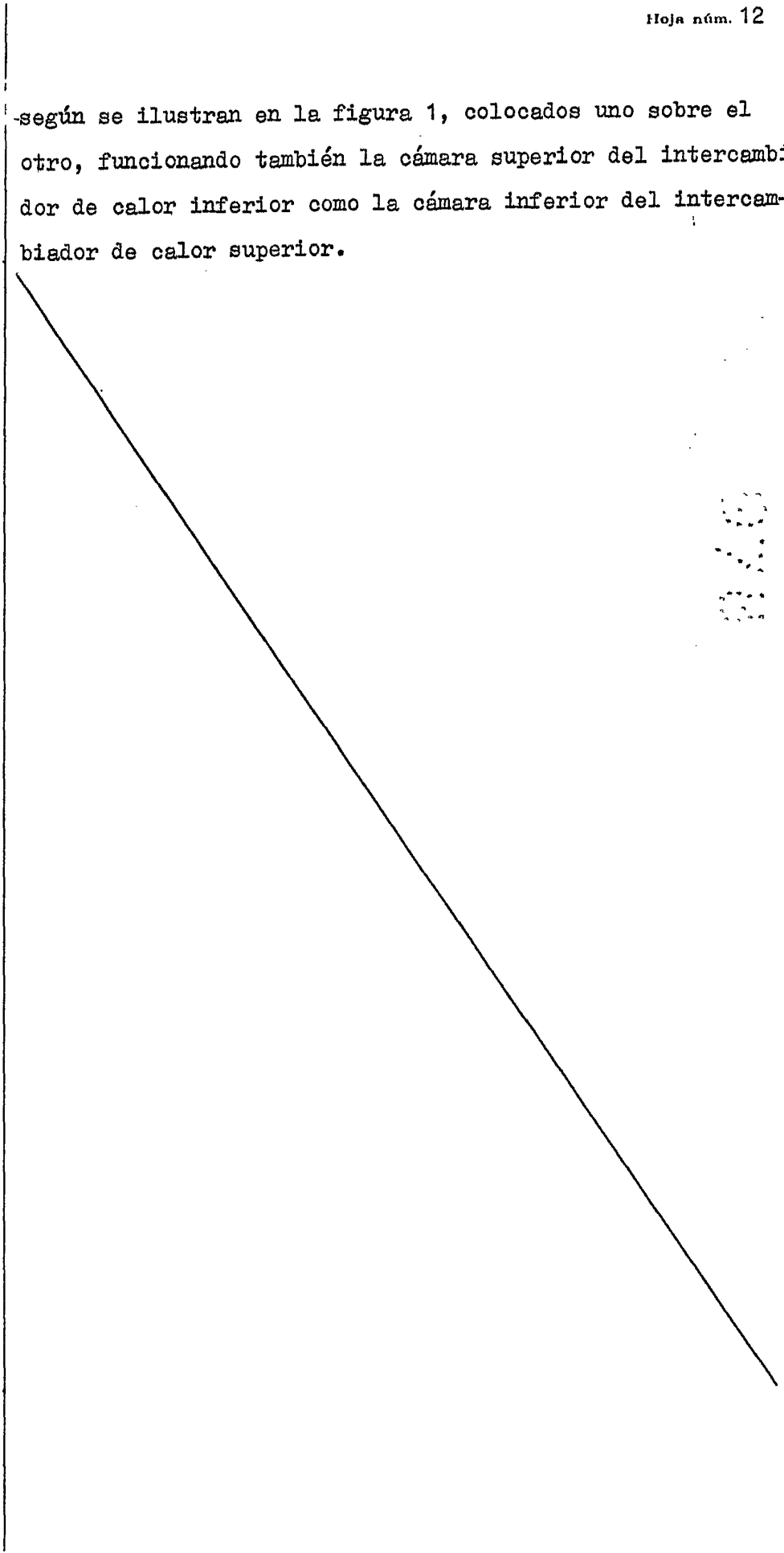
15

20

25

30

29048



- REIVINDICACIONES -

1

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un método perfeccionado de intercambiar calor en un intercambiador de calor que tiene una pluralidad de tuberías que se extienden hacia arriba para circulación ascendente de un medio primario, y alrededor de las cuales en funcionamiento circula un medio secundario, una cámara inferior junto a los extremos inferiores de dichas tuberías desde la cual entra el fluido primario en las tuberías y que contiene un sistema de distribución adaptado para distribuir la circulación a través de la sección transversal de dicha cámara inferior, y una cámara superior junto a los extremos superiores de las tuberías dentro de los cuales el fluido pasa desde las tuberías, conteniendo las tuberías y las cámaras superior e inferior material en partículas fluidificables, en cuyo método el caudal del medio primario es seleccionado de modo tal que el material de partículas es fluidificado dentro de las tuberías y dentro de las cámaras superior e inferior sin agitación mecánica, el sistema de distribución hace que el medio primario sea introducido en las tuberías de modo sustancialmente uniforme a lo largo de la sección transversal de la cámara inferior y la caída de presión (ΔP_d) a través del sistema de distribución y la caída de presión (ΔP_b) causada por todo

1 el material en partículas satisfacen la condición:

$$0,01 < \Delta P_d \cdot 100/\Delta P_b < 400$$

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación
5 1ª, en que dichas caídas de presión ΔP_d y ΔP_b satisfacen la condición

$$0,025 < \Delta P_d \cdot 100/\Delta P_b < 50$$

3ª.- Un intercambiador de calor adaptado para:
10 realizar el método de la reivindicación 1ª, que tiene una pluralidad de tuberías que se extienden hacia arriba para circulación ascendente de un medio primario y alrededor de las cuales en funcionamiento circula un medio secundario, una cámara inferior junto a los extremos inferiores de
15 dichas tuberías desde las cuales el fluido primario entra en las tuberías y que contiene un sistema de distribución adaptado para distribuir la circulación a través de la sección transversal de dicha cámara inferior, y una cámara superior junto a los extremos superiores de las tuberías dentro de las cuales el fluido pasa desde las tuberías, conteniendo las tuberías y las cámaras superior e inferior material en forma de partículas fluidificables, en que las dimensiones y la disposición de las tuberías, las cámaras superior e inferior, el sistema de distribución y el material
20 en partículas son tales que con al menos un caudal del medio primario y en la ausencia de agitación mecánica de las partículas en las cámaras superior e inferior, el material en partículas es fluidificado en las tuberías y en las cámaras superior e inferior, el sistema de distribución hace
25 que el medio primario sea introducido en las tuberías de
30

1 modo sustancialmente uniforme a través de la sección trans-
versal de la cámara inferior y la caída de presión (ΔP_d)
a través del sistema de distribución y la caída de presión
(ΔP_b) causada por todo el material en partículas satisfac-
5 cen la condición:

$$0,01 < \Delta P_d \cdot 100 / \Delta P_b < 400.$$

4ª.- Un intercambiador de calor de acuerdo con
la reivindicación 3ª, en que con dicho al menos un caudal
10 del medio primario, dichas caídas de presión ΔP_d y ΔP_b
satisfacen la condición:

$$0,025 < \Delta P_d \cdot 100 / \Delta P_b < 50.$$

5ª.- Un intercambiador de calor de acuerdo con
15 las reivindicaciones 3ª ó 4ª, en que los elementos que pro-
porcionan afluencia en las tuberías desde la cámara infe-
rior están colocados por debajo del lado superior de la cá-
mara inferior.

6ª.- Un intercambiador de calor de acuerdo con
20 la reivindicación 5ª, en que las tuberías se extienden hacia
abajo desde dicho lado superior de la cámara inferior a
sus extremos inferiores que constituyen dichos elementos
de afluencia.

7ª.- Un intercambiador de calor de acuerdo con
25 las reivindicaciones 5ª ó 6ª, en que los orificios de en-
trada de dichos elementos de afluencia están dispuestos al
menos parcialmente de manera que la circulación a través
de ellos es lateral.

8ª.- Un intercambiador de calor de acuerdo con
30 una cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 7ª, en que el

5 área de sección transversal A_0 de la cámara inferior inmediatamente por debajo de los orificios para la afluencia de fluido primario en las tuberías y el área de sección transversal A_p interior total de las tuberías satisface la condición

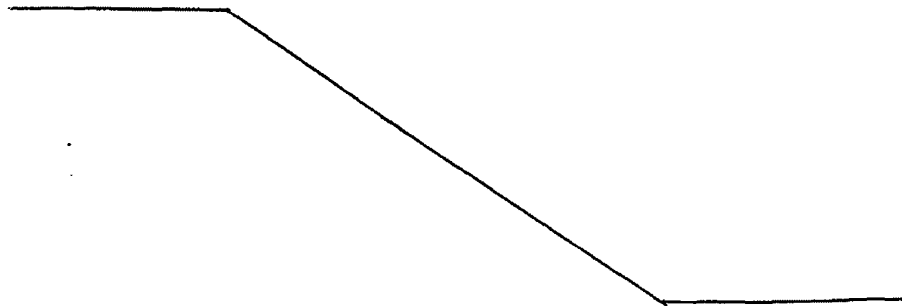
$$1,75 < A_0/A_p < 16.$$

10 9ª.- Un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 8ª, en que dichas áreas de sección transversal A_0 y A_p satisfacen la condición

$$1,85 < A_0/A_p < 8.$$

15 10ª.- Un intercambiador de calor de unidades múltiples que comprende una pluralidad de unidades dispuestas en serie, montadas unas por encima de las otras, siendo cada una de dichas unidades un intercambiador de calor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 9ª, constituyendo dicha cámara superior de una unidad dicha cámara inferior de la siguiente unidad situada encima.

20 11ª.- Un método perfeccionado de intercambiar calor en un intercambiador de calor e intercambiador de calor para realizar dicho método.



1

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

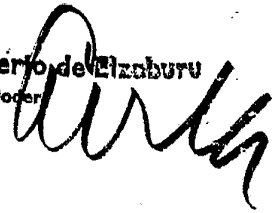
5

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

Madrid, 08. MAY 1978

P.A.

Alberto de Elizburu
Por Poder

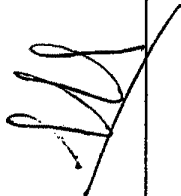


10

15

20

25



DNM 30

29048

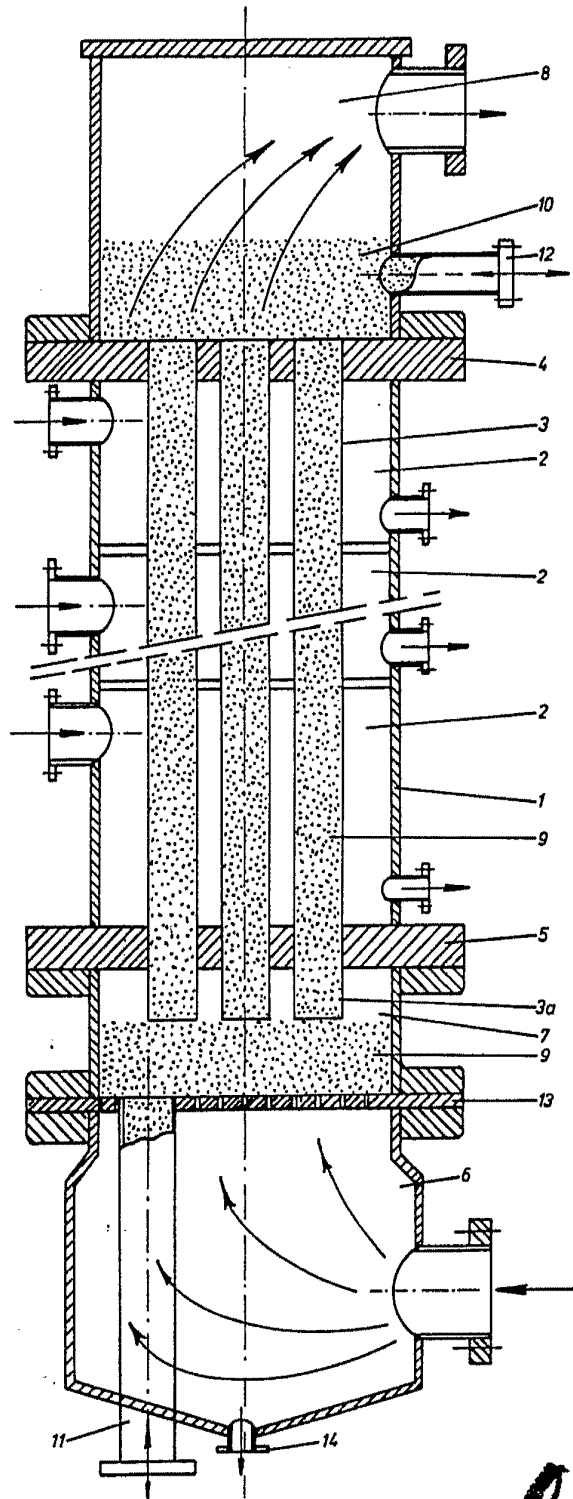


fig. 1

Alberto e Ezzoburo
Per Podere

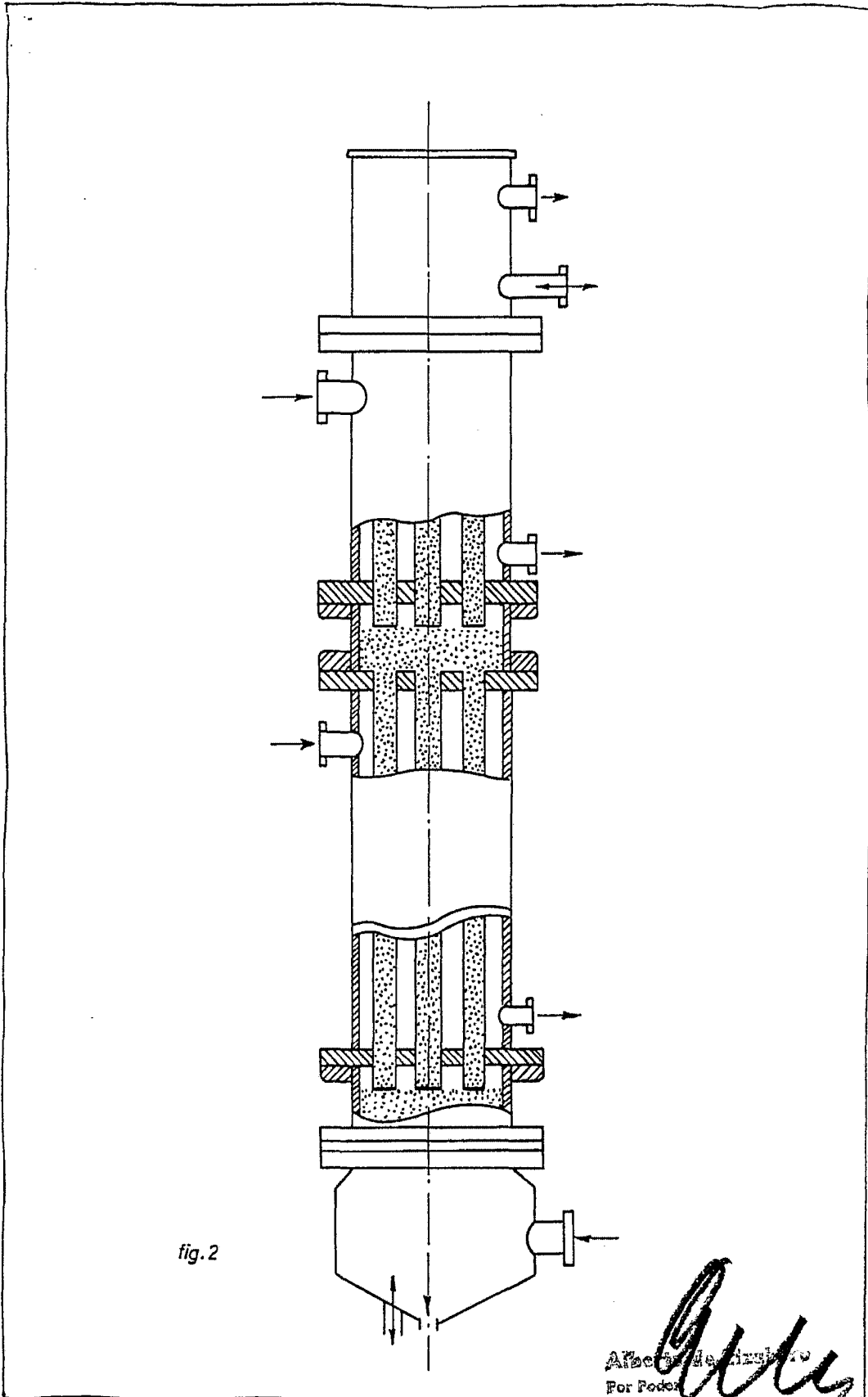


fig. 2

Afbeelding
For Podes