



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	228104 Y
	21	228104	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		15 abril 1977	

MODELO DE UTILIDAD

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
P 26 16 816	15 abril 1976	Alemania

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL
	F28 D

54 TITULO DE LA INVENCIÓN
"ELEMENTO DE INTERCAMBIADOR TÉRMICO".

71 SOLICITANTE (S)
APPARATEBAU ROTHEMUHLE BRANDT & KRITZLER

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Postfach 40 (República Federal Alemana) 5963 Wenden, Biggetal 5, Rothemuhle

72 INVENTOR (ES)

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
Don Ignacio PONTI GRAU

Esta invención se refiere a elementos de intercambio térmico para intercambiadores de calor regenerativos y giratorios, y a intercambiadores térmicos, rotativos y giratorios que los incorporan.

5 El diseño de los elementos de intercambio térmico para los intercambiadores de calor regenerativos y giratorios, es una cuestión de grandes dificultades. Por un lado se desea un elevado intercambio térmico entre el elemento sólido y el medio fluido; por el otro, una baja pérdida de  
10 carga en el flujo del medio a través del elemento, tiene justamente la misma importancia. Convencionalmente, toda ventaja en rendimiento de intercambio térmico o en ausencia de pérdida de carga, ha sido conseguida a costas de aceptar unas prestaciones menos que ideales en el otro respecto.

15 En los precalentadores de aire regenerativos y giratorios, la práctica normal corriente reside en aumentar la eficacia de intercambio térmico montando una pila de elementos entre los que ha de fluir el medio y en la que los elementos están corrugados, estando las corrugaciones de e-  
20 lementos alternos dispuestas formando ángulos iguales pero opuestos respecto a la dirección de flujo del medio.

Un ejemplo de ello ha de ser visto en la GBPS 1000496, que también sugiere (figura 5) que una conformación alternativa para cada elemento sería de zig-zag.

25 La misma idea se halla expresada, aunque en una forma más eficaz desde el punto de vista de tanto la pérdida de carga como el intercambio térmico, en la GBPS 1439674, todavía no publicada en la fecha de prioridad de la presen-

te memoria. En ella se muestra elementos corrugados en zigzag, entre los que se hallan emparedados unos elementos dotados de corrugaciones más profundas y menos frecuentes, estando dispuestos los canales formados por este segundo tipo de elemento, paralelos a la dirección de flujo del medio.

El emparedamiento de elementos de un tipo de conformación entre los de otro tipo para constituir un sistema complejo, pero eficaz, de canales de flujo, es generalmente conocido, de por sí, y una disposición que se describe más adelante con referencia a la figura 1, ha sido utilizada durante algunos años en intercambiadores de calor regenerativos y giratorios. Esta disposición tiene elementos corrugados en forma rectilínea y con ángulos respectivamente opuestos respecto a la dirección de flujo del medio, que emparedan un elemento de corrugaciones más profundas y menos frecuentes, las cuales se extienden según la dirección de flujo.

En la invención se ha encontrado, de la forma más sorprendente, que al adoptar para los elementos una conformación que, en muchos aspectos se halla comprendida entre una corrugación en zigzag y una corrugación recta, se obtiene resultados superiores a los de ambas configuraciones, tanto desde el punto de vista del intercambio térmico como de la pérdida de carga.

La presente invención se caracteriza por el hecho de que los elementos de un paquete de intercambio térmico para un precalentador de aire regenerativo y giratorio, tie-

ne corrugaciones de una conformación de perfil de onda que (mirando a la cara del elemento) incluye porciones en la cima y en el fondo de cada onda, las cuales son paralelas a la dirección de flujo del medio (cuando los elementos están dispuestos en el precalentador) y porciones de enlace de inclinaciones opuestas. Tales elementos serán dispuestos usualmente en un paquete de manera que se apoyan uno a cada lado de un elemento de un segundo tipo, que tiene una profundidad de corrugación diferente. Este segundo tipo de elemento también tendrá usualmente una longitud de onda distinta y mayor (visto en sección transversal) entre corrugaciones sucesivas.

Las porciones paralelas a la dirección de flujo de los elementos mencionados en primer lugar pueden ser de 10 a 50% aproximadamente, más preferiblemente de 10 a 40% de la extensión lineal de las corrugaciones, y la amplitud (vista de frente) de la ondulación de cada corrugación puede ser aproximadamente igual a la longitud de onda (vista en sección) entre corrugaciones adyacentes.

Tomado alternativamente, la relación entre la amplitud y la longitud de onda, ambas en vista frontal, será preferiblemente de alrededor de 0,5, y estará comprendida adecuadamente dentro de la gama de 0,4 a 0,8.

Una longitud de onda preferida para las corrugaciones (considerado en vista frontal) estará entre 100 y unos 300 mm.

La figura 1 es una vista en planta fragmentada de una forma de la técnica anterior, de paquete de elementos

para intercambiador térmico; la figura 2 es una vista en planta de una segunda forma de la técnica anterior, de elemento de intercambio térmico; la figura 3 es una vista en planta de una primera realización de elemento de intercambio térmico de acuerdo con esta invención; la figura 4 es una vista en planta de una segunda realización de elemento de intercambio térmico de acuerdo con esta invención; las figuras 5 y 6 son vistas en alzado extremo de parte de un paquete de elementos de intercambio térmico, tomadas en las flechas V y VI, respectivamente, de la figura 1; la figura 7 es una sección alzada muy ampliada, tomada en la línea VII-VII de la figura 1, pero siendo todas las figuras 5, 6 y 7 aplicables igualmente a la técnica anterior y a la realización de la invención, y las figuras 8 y 9 muestran ensayos comparativos entre el primer y segundo elementos de la técnica anterior, y el de la primera realización de la invención, respecto a la pérdida de carga y a la eficacia del intercambio térmico, respectivamente, a varios caudales de flujo.

Tal como se aprecia en las figuras 5, 6 y 7, un paquete de elementos de intercambio térmico para un precalentador de aire regenerativo y giratorio, consiste en dos elementos -A- y -B- a modo de placa, entre los cuales se empareda un elemento -C- de un segundo tipo. En un paquete completo, la secuencia ACBCAC... se repite "ad libitum" para constituir un espesor total deseado para el paquete, de manera que este último puede ajustar dentro del compartimiento sectorial de la estructura soporte regenerativa que

ha de recibirlo.

Los elementos -A- y -B- son de un tipo que tiene corrugaciones poco profundas y de longitud de onda relativamente pequeña, tal como se ve en sección transversal o en vista extrema como en las figuras 5 y 6; los elementos -C- son de un tipo que (en la misma vista) una corrugación más profunda y de longitud de onda mayor. Los elementos -A- y -B- pueden ser idénticos entre sí o diferentes, pero, al menos en la presente descripción, siempre tendrán las corrugaciones extendiéndose al menos en parte de acuerdo con un ángulo respecto de la dirección de flujo del medio a través del paquete, la cual se encuentra dentro o fuera del plano del papel en las figuras 5 y 7, a lo largo del plano del mismo en la figura 6. Las corrugaciones del elemento -C- son, no obstante, rectas y paralelas a la indicada dirección de flujo.

Más detalladamente, y tal como se aprecia en particular en la figura 7, el elemento -C- de chapa metálica ha sido laminado para tener corrugaciones -1- que son rectas en vista frontal (planta) (figura 1) y que tienen, en sección transversal, una amplitud mayor que la de las corrugaciones -2- y -3- de los elementos -A- y -B-.

Típicamente, la amplitud de las corrugaciones -1- será 1,5 veces la de las corrugaciones -2- y -3-. Una porción de ánima -4-, no corrugada, separa las corrugaciones -1-. Este ánima se extiende en paneles elevados o deprimidos -5- y -6-, a lo largo de su longitud.

Las corrugaciones -2- y -3- de los elementos -A-

y -B- son de longitud de onda más pequeña (vistas en sección transversal) que la distancia entre crestas de las corrugaciones -1-. Típicamente, una distancia entre crestas -x- para las corrugaciones -1- sería  $2 \frac{2}{3}$  la longitud de onda -y- de las corrugaciones -2- y -3-, medido en una dirección de sección transversal paralela. Esto proporciona un perfil de flujo preferido, complejo y laberíntico, para el medio a través del paquete.

En un primer ejemplo de la técnica anterior (figura 1) los elementos -A- y -B- han sido elementos idénticos -5- y -6-, corrugados en forma recta con una longitud de onda de 15 mm y amplitud de 2,5 mm, colocados con ángulos de sección transversal idéntica, pero respectivamente opuestos respecto a la dirección de flujo del medio. Los elementos -C- tienen una distancia entre crestas de las corrugaciones de 40 mm y una amplitud de 3,75 mm. En los gráficos de las figuras 8 y 9, este ejemplo de la técnica anterior ha sido referenciado -H8-.

En un segundo ejemplo de la técnica anterior (figura 2) ambos elementos -A- y -B- son de una conformación corrugada en zig-zag -7-. La sección transversal del zig-zag es tal como se indica en la figura 7, con una amplitud en sección transversal de 2,5 mm y una longitud de onda en sección transversal de 15 mm, y tienen una longitud de onda -3-, en vista de frente, de 156 mm.

El ángulo -alfa- entre ramas sucesivas del zig-zag es de 60 grados. Un paquete formado por estos elementos como elementos -A- y -B- emparedando elementos -C-, ha sido

referenciado como -H8F- en las figuras 8 y 9.

En las figuras 3 y 4 se aprecia elementos que incorporan la invención. Cada uno se caracteriza por una corrugación -10- y -10'- en forma de onda en vista frontal y que tiene porciones -8- y -8'-, las cuales se extienden paralelas a la dirección de flujo del medio, y porciones -9- y -9'- que las enlazan, inclinadas en ángulos sucesivamente opuestos pero iguales -beta-, adecuadamente de unos 30 grados y comprendidos, preferiblemente, dentro de la gama de 20 a 40 grados, respecto de aquella dirección. El ángulo exacto es gobernado por la longitud de onda en sección transversal de las corrugaciones, por su longitud de onda frontal -w- y por su amplitud frontal -v-.

Una amplitud -v- preferida es tal que iguala a su longitud de onda en sección transversal, de manera que las porciones -8- y -8'- de corrugaciones adyacentes están alineadas sucesivamente en la dirección de flujo del medio.

En la figura 3 las porciones -8- ocupan sólo alrededor del 30% de la longitud de onda frontal de las corrugaciones; en la figura 4 las porciones -8'- ocupan la mitad de la longitud de onda frontal. La longitud de onda frontal -w- de las corrugaciones -10- es de 220 mm, 64 de los cuales se encuentran ocupados por porciones -8-; la longitud de onda frontal -w'- de las corrugaciones -10'- es de 312 mm, la mitad de la cual se halla ocupada por porciones -8'-.

La sección transversal es tal como se aprecia en la figura 7, y la amplitud y longitudes de onda en sección transversal son de 2,5 y 15 mm respectivamente (ver las figuras 5,

6 y 7).

Las características de pérdida de carga y de transferencia térmica de un paquete de placas de intercambio térmico que incorpora la invención, específicamente la de la figura 3, fueron comparadas con las de las propuestas 5 de la técnica anterior, visibles en las figuras 1 y 2. En los gráficos resultantes (figuras 8 y 9) la realización de la invención ha sido referenciada -H8F"- . Cada paquete relacionado fue hecho de una igual disposición de elementos 10 ..ACBCACB..., tal como se aprecia en las figuras 5, 6 y 7. Naturalmente, una ventaja de las formas de los elementos representados en las figuras 3 y 4 (así como en la figura 2), reside en el hecho de que todos ellos son idénticos y simétricos, y que pueden, simplemente, ser apilados en forma 15 alternada con elementos -C-, para lo cual en los paquetes tales como se aprecia en la figura 1, los elementos -A- y -B- han de ser colocados deliberadamente, en las apropiadas relaciones alternantes.

La figura 8 muestra la pérdida de presión en dependencia del caudal de gas para los paquetes de intercambio 20 -H8- y -H8F- de la técnica anterior y para el nuevo -H8F"- . Tomando como 100% la pérdida de presión a 8 m/s de flujo de gas para el -H8-, para el -H8F- es de 96% (4% de mejora) y para el -H8F"- es del 91% (9% de mejora).

25 La figura 9 muestra los rendimientos de transferencia térmica a diferentes caudales. El -H8F- y el -H8F"- son tan buenos el uno como el otro, pero el -H8- es menos eficaz. Si, para un caudal de 8 m/s, el -H8- es tomado como

100% eficaz, el -H8F- y el -H8F"- tienen una eficacia de 108%.

Todas estas relaciones generales son mantenidas para fuertes caudales.

5                   Es sorprendente el hecho de que el -H8F"- que, en términos geométricos puede ser considerado como comprendido conceptualmente entre el -H8- y el -H8F-, es funcionalmente superior a ambos y no es, en modo alguno, un compromiso o un término medio entre ellos.

10                   La fabricación de elementos de intercambio térmico tales como los de las figuras 3 y 4, se lleva a cabo preferiblemente por un proceso de laminado de chapa metálica, formándose las diversas porciones -8-, -9-, -8'- y -9'- de las corrugaciones -10- y -10'- mediante respectivos anillos, apropiadamente dentados, de los cilindros. Las transiciones entre las porciones paralelas y de enlace de la forma de onda no han de ser necesariamente angulares, y, preferiblemente, serán redondeadas a fin de evitar sollicitaciones excesivas, y por tanto fatiga, durante el proceso de formación.

15

20

Aparte de la facilidad de fabricación, la ventaja principal de los elementos reside en su eficacia de intercambio térmico combinada con una baja pérdida de presión, debidos, según se supone, a las altas fuerzas centrífugas y al flujo no uniforme generados en el medio a medida que el mismo fluye a lo largo de las corrugaciones, encontrando numerosos cambios de dirección.

25

## R E I V I N D I C A C I O N E S

1. Elemento de intercambiador térmico, apto para formar parte de un paquete de intercambio térmico para un precalentador de aire regenerativo y giratorio, y diseñado para el flujo de medio de intercambio térmico a su  
5 través y en una dirección predeterminada, caracterizado por el hecho de que el elemento de intercambio térmico está corrugado de acuerdo con una conformación que es una forma de onda en vista frontal, incluyendo porciones paralelas a la dirección de flujo del medio en dicha forma de onda.
- 10 2. Elemento de intercambiador térmico, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las porciones paralelas ocupan aproximadamente 10 a 50% de la longitud de onda en la forma de onda.
- 15 3. Elemento de intercambiador térmico, según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que las porciones paralelas ocupan aproximadamente 30% de la longitud de onda en la forma de onda.
- 20 4. Elemento de intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la forma de onda incluye porciones inclinadas sucesiva y opuestamente, alternadas con las porciones paralelas, siendo el ángulo de inclinación de dichas porciones inclinadas respecto a la dirección de flujo, de aproximadamente 20 a 40 grados.
- 25 5. Elemento de intercambio térmico, substancialmente como se ha descrito con referencia a las figuras 3 y

4 de los dibujos adjuntos.

6. Elemento de intercambiador térmico, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que al menos un elemento va  
5 montado en relación alternada con elementos que tienen corrugaciones rectilíneas de amplitud, en sección transversal, al menos diferente respecto de las corrugaciones de conformación en forma de onda.

7. Elemento de intercambiador térmico, de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de  
10 que las corrugaciones rectilíneas son de longitud de onda en sección transversal diferente respecto de las corrugaciones de conformación en forma de onda.

8. Elemento de intercambiador térmico, de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado por el hecho de que las corrugaciones rectilíneas se extienden paralelas a la dirección de flujo.  
15

9. Elemento de intercambiador térmico, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por el hecho de que todos los elementos corrugados en forma de onda son idénticos entre sí y están emplazados idénticamente uno encima del otro dentro del paquete, y porque todos los elementos corrugados en forma rectilínea son idénticos entre sí y están emplazados idénticamente uno encima del otro dentro del paquete.  
20  
25

10. Elemento de intercambiador térmico.

Todo ello según queda descrito en la presente memoria y resumido en las reivindicaciones contenidas al fi-

nal de la misma, establecidas de acuerdo con el artículo 100 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial y que comprenden en conjunto trece hojas foliadas, escritas a máquina por una sola de sus caras.

Barcelona, 15 de abril de 1977

APPARATEBAU ROTHEMUHLE BRANDT &  
KRITZLER

P.a.



Fig. 1.

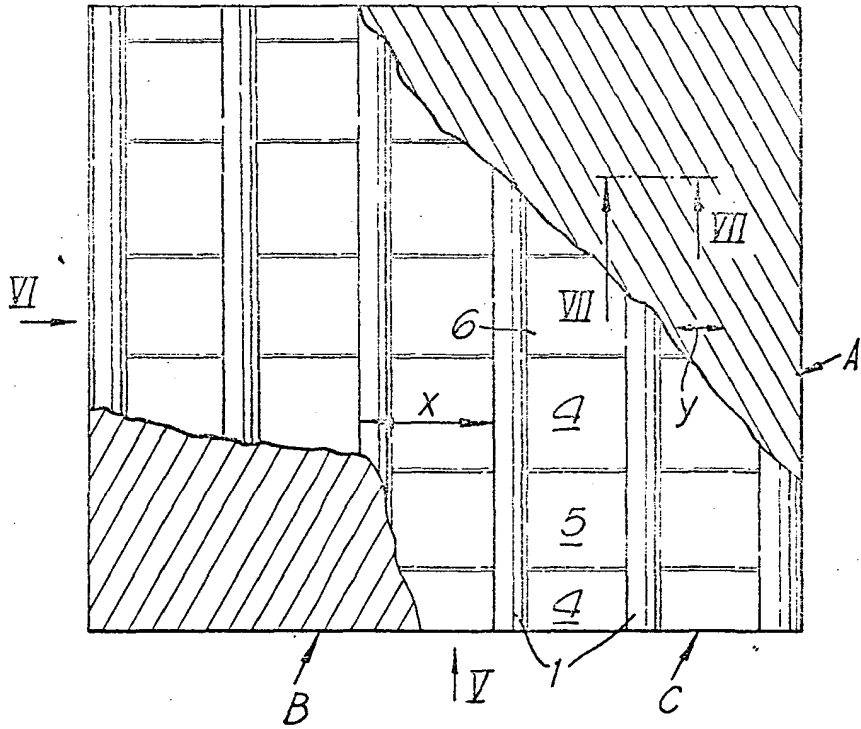


Fig. 6.

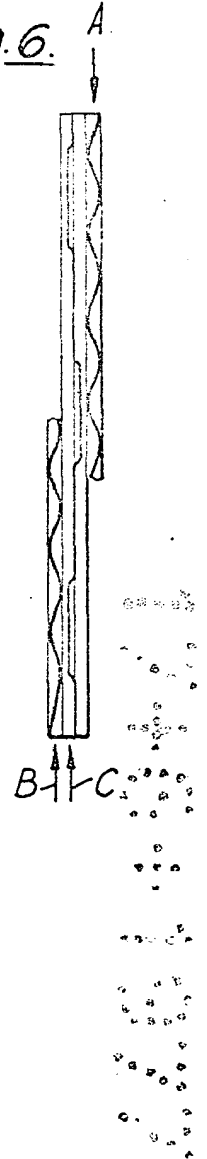


Fig. 5.

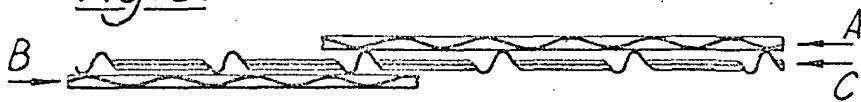
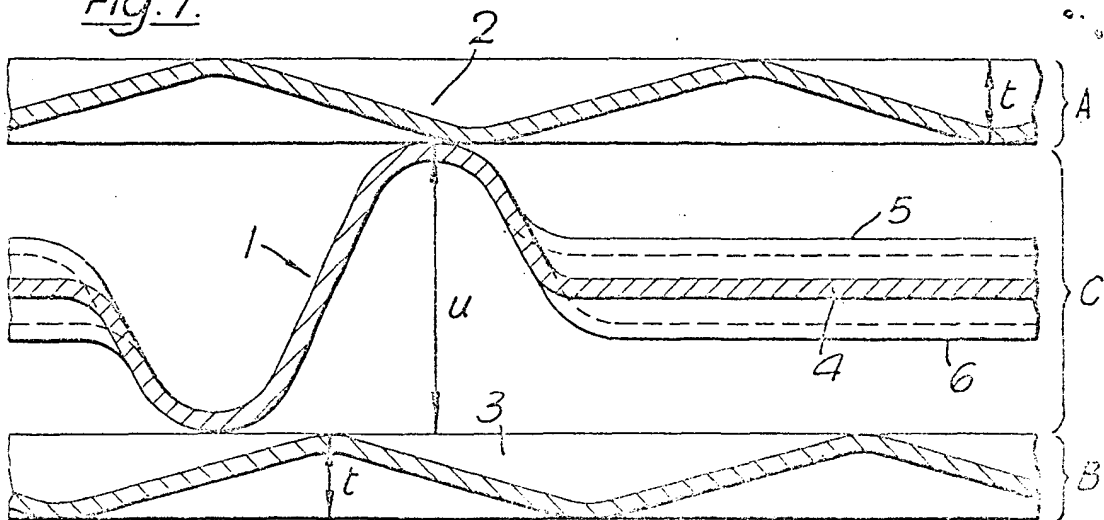
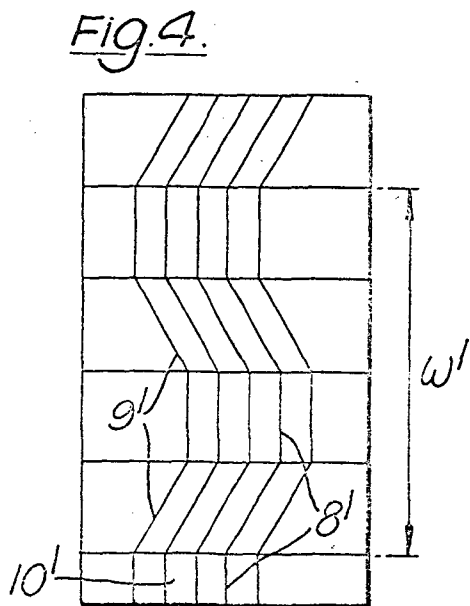
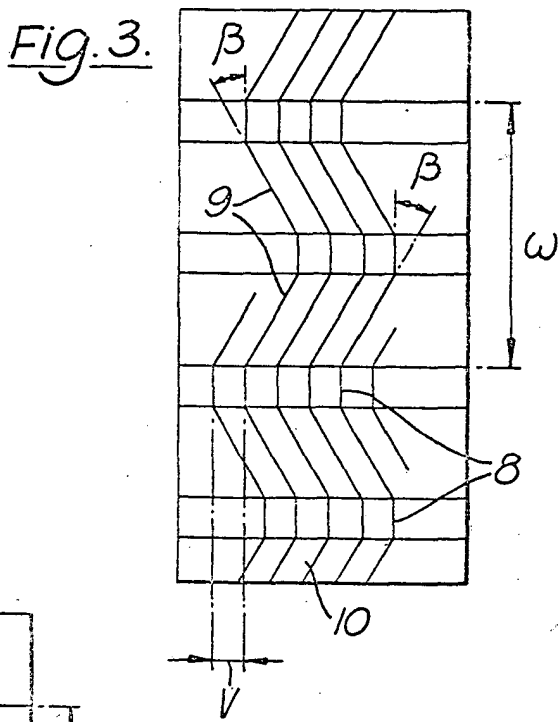
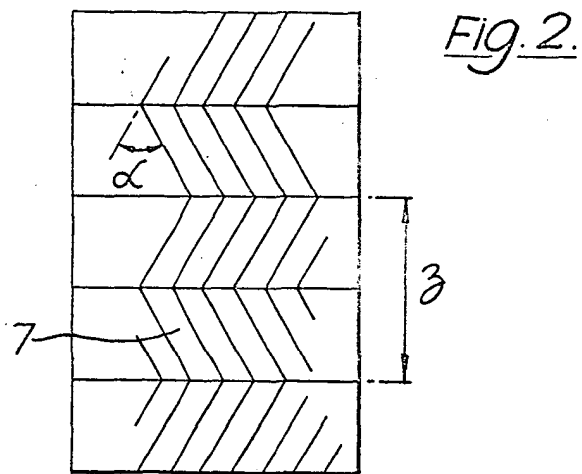


Fig. 7.



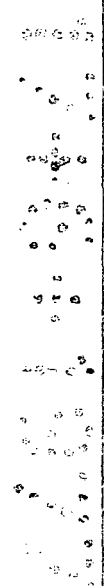
Barcelona, 15 de abril de 1977  
p.a.

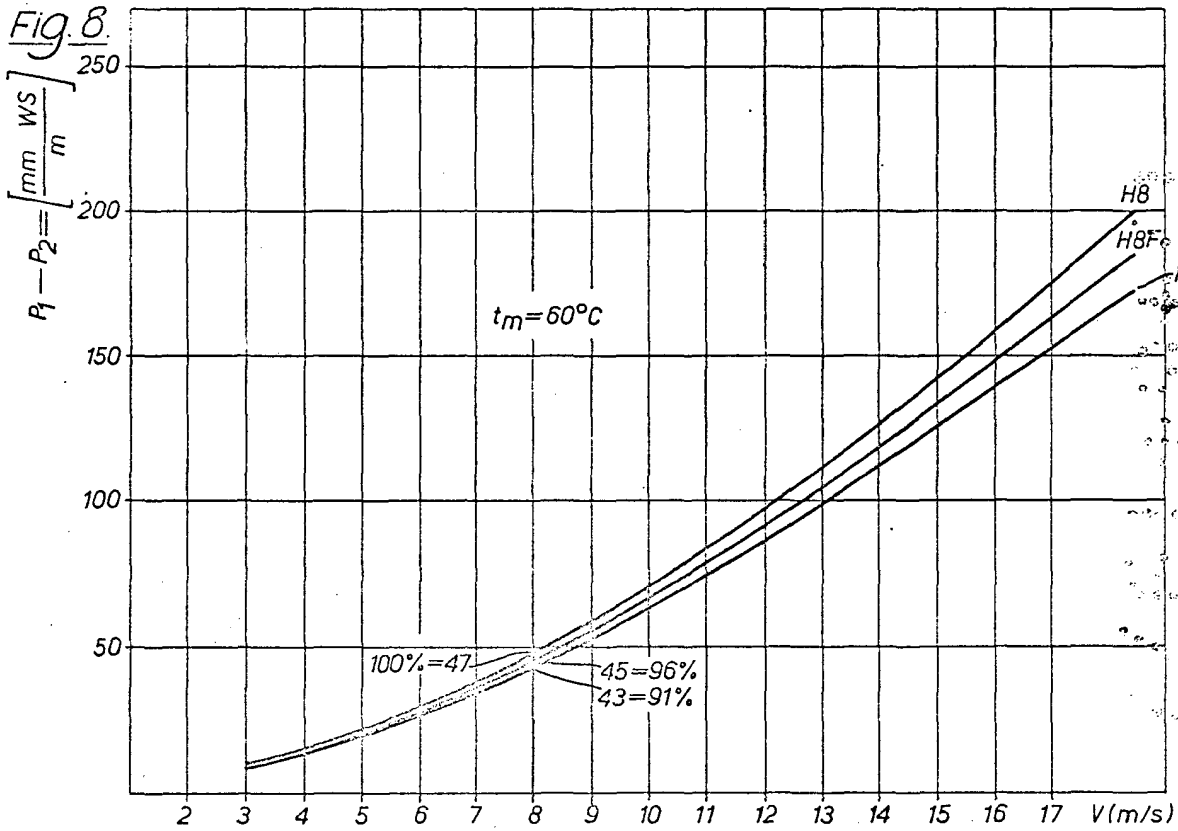
14



Barcelona, 15 de abril de 1977  
p.a.

27737/4

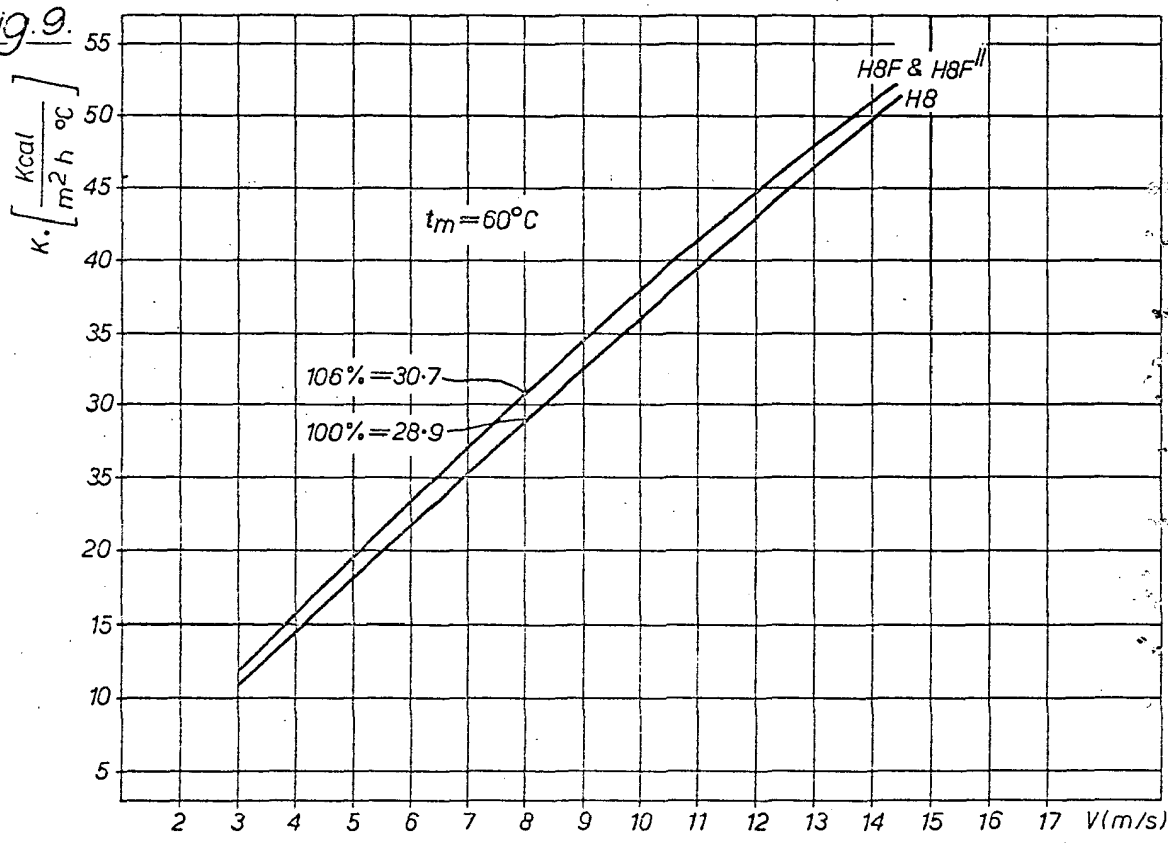




Barcelona, 15 de abril de 1977  
p.a.

21101/A

FIG. 9.



Barcelona, 15 de abril de 1977  
p.a.

11-1/4