



274825

- 1 -

Memoria Descriptiva

para
una patente de invención,
por veinte años en España,

a favor de
r.s. Polysius G.m.b.H.
(sociedad alemana)

residente en
Neubeckum - Alemania -
Graf Calenstr, 17

por:

"PROCEDIMIENTO PARA LA REFRIGERACION DE MATERIAL DESME-
NUZADO SOBRE UN DISPOSITIVO TRANSPORTADOR PERMEABLE AL AIRE"

INVENTOR: Dipl. Ing. Hans Mollenköpf,
de nacionalidad alemana.

PRIORIDAD: Solicitud patente alemana P 26.729 Vlb/80c,
del 9 de Marzo de 1.961.



274825

El invento se refiere a una esencial mejora del funcionamiento y del modo de accionamiento de refrigeradores de emparrillado, que por esta mejora, aireados en corriente transversal, de un modo térmicamente económico, son capaces de entregar la totalidad o casi la totalidad de su aire refrigerador a una instalación de combustión previa anteconectada como aire de combustión.

Bajo la denominación de refrigeradores de emparrillado deben entenderse en esta conexión aquellos, en los que de manera conocida el material a enfriar, como por ejemplo clínquer de cemento, concrecionado de dolomita o grava de cal viva, en forma de trozos pequeños, se carga sobre un dispositivo transportador permeable al aire o al gas en un determinado espesor de capa, por ejemplo de 20 cms. y se somete al proceso de refrigeración. El medio refrigerante, como aire o gas, pasa de manera conocida por la capa de material sobre el emparrillado desde arriba hacia abajo o desde abajo hacia arriba. En ello está constituido el dispositivo transportador permeable al gas, también de manera conocida, bien sea como parrilla móvil o como parrilla escalonada de avance o también como un dispositivo que, estando apoyado sobre dispositivos elásticos, ejerce un movimiento vibrante o sacudidor para realizar de este modo el transporte del material a refrigerar.

Todos estos refrigeradores trabajan según el principio de corriente transversal, que sólo trabaja económicamente, cuando el proceso de refrigeración permite el empleo de una gran cantidad de medio refrigerante. Como aclaración de esto



274025

se mencionará el ejemplo del horno giratorio húmedo para cemento, al que está conectado posteriormente un refrigerador de la clase de construcción aquí discutida.

5 El horno giratorio húmedo para cemento se cargó en este ejemplo con lodo en bruto con un muy alto contenido de agua (50%). El consumo de calor importa entonces usualmente aproximadamente 1.700 kcal/kg de clínquer. De ello resulta una necesidad de aire de combustión inclusive el necesario exceso de aire de aproximadamente 1,8 a 2 Nm³ por kg de clínquer de
10 cemento. Si se utiliza esta cantidad de aire de combustión como aire refrigerante para recuperar el calor del clínquer para el horno, entonces es suficiente en una cantidad de aire tan grande para la refrigeración sobre el emparrillado un sencillo paso del aire a través de la capa de material en corriente
15 transversal, para recuperar con un alto grado de eficacia el calor del clínquer y para enfriar suficientemente el clínquer.

Existen condiciones completamente distintas cuando en el horno giratorio, al que está conectado posteriormente el refrigerador, se ejecuta un proceso térmico, en el que
20 se consume mucho menos calor que en el ejemplo arriba mencionado.

Este sería el caso, por ejemplo, cuando se calienta cemento según el procedimiento en seco, en el que según el presente estado de la técnica de calcinación frecuentemente
25 sólo se consumen 800 kcal por kg de clínquer de cemento, es decir menos de la mitad de calor que en el primer ejemplo del horno giratorio según el procedimiento húmedo.



274825

Por lo tanto resulta así también un consumo de aire de combustión del horno giratorio de menos de la mitad e importa, admitiendo una gran cantidad de exceso de aire, aproximadamente 1 Nm^3 por kg. de clínquer de cemento.

5 Está claro, y esto se ha demostrado también en la práctica, que es muy difícil transmitir el calor del clínquer en simple corriente transversal con un grado de eficacia satisfactorio sobre el aire de refrigeración a utilizar como aire de combustión de cantidad tan reducida.

10 Para solucionar el inconveniente se ha pasado a hacer funcionar el refrigerador de tal modo que el aire refrigerante pase a través de la capa de material dos veces sucesivas. Se había dividido el trayecto de refrigeración en dos trayectos parciales, esto es un trayecto vuelto hacia la salida del refrigerador y un trayecto vuelto hacia la entrada del refrigerador. Un ventilador comprime aire frío a través de la capa de material del trayecto parcial vuelto hacia la salida del refrigerador, calentándose el aire, por ejemplo, como promedio a 500° C . Otro ventilador recibe este aire caliente y le comprime a través del trayecto parcial vuelto hacia la entrada del refrigerador. En esto el aire se calienta todavía más y esto por ejemplo a 800° C . Por lo tanto, el aire se conduce dos veces sucesivas en corriente transversal a través del lecho de material.

25 Si bien este método de trabajo del refrigerador trae consigo una mejora del grado de eficacia termotécnico del refrigerador, sin embargo, tienen que aceptarse en ello incon-



274825¹²⁷

venientes graves, que por lo menos en su mayor parte anulan de nuevo el beneficio de la doble conducción de aire. El paso de corriente del lecho de material en la entrada del refrigerador con aire ya calentado impide una reducción suficientemente rápida de la temperatura del material desde la zona de temperatura, en que el material todavía es adherente, hasta aquella en la que el material ya no tiende a adherirse y a aglomerarse.

Al enfriar, por ejemplo, clínquer de cemento se produce por esta razón una aglomeración y una estructuración del clínquer, de modo que se producen fuertes trastornos de funcionamiento, que ocasionan interrupciones del funcionamiento y gastos adicionales.

Para resolver las dificultades por ello se ha montado placas refrigeradas por agua, sobre las que choca el clínquer en la entrada del refrigerador al caer, para que el clínquer, por un enfriamiento de choque, pierda su adherencia por lo que se impiden aglomeraciones. Esta medida a su vez tiene por consecuencia pérdidas de calor, que consisten en que el agua refrigerante absorbe calor del material del horno, que no puede aprovecharse de nuevo para el proceso del horno.

Otro grave inconveniente de la usual doble conducción de aire consiste en que los elementos del emparrillado en la entrada del refrigerador no se refrigeran suficientemente, ya que no son barridos por aire frío, sino por aire previamente calentado y desde arriba se recalientan considerablemente por el material caliente del horno. Las placas del emparrillado y otros elementos del mismo frecuentemente se ponen incandescentes



274825

en este funcionamiento del refrigerador y, no obstante a la elección de materiales de construcción refractarios, estén expuestos a una rápida destrucción.

5 Ya se ha propuesto anteriormente constituir el plano inclinado de entrada del refrigerador como escalera y el insuflar aire frío adicional a través de rendijas de esta escalera. Sin embargo, esto no ha llevado a ningún éxito, porque la constitución de la instalación requería demasiado aire y la necesidad total de aire refrigerante ascendía por encima de una
10 medida económica. En el aire de refrigeración no necesitado por el horno tenía que darse como pérdida una parte demasiado grande del calor del material a enfriar. El objeto del presente invento es el de eliminar estos inconvenientes, pero conseguir al mismo tiempo un alto grado de eficacia termotécnica de la refrigeración.
15

Importaba encontrar un camino para eliminar las dificultades de enfriamiento en la entrada del refrigerador y conseguir, sin embargo, al mismo tiempo una buena economía térmica para el funcionamiento del horno giratorio, es decir el recuperar una parte lo más elevada posible del calor del material a refrigerar para el horno giratorio, pudiéndose interconectar
20 en lugar del horno giratorio también otra instalación de combustión previa. Esto se efectúa de la siguiente manera:

25 Al principio se ha dicho que, por ejemplo, en hornos giratorios de cemento, que trabajan según el procedimiento en seco, el consumo de calor es aproximadamente de 800 kcal/kg de clínquer y que el aire de combustión requerido por el horno giratorio importa aproximadamente 1 Nm³/kg de clínquer.

2748232



Según el invento, esta cantidad de aire que es
pequeña en sí para la refrigeración, se subdivide en una parti-
cipación de aire de, por ejemplo, aproximadamente $0,4 \text{ Nm}^3/\text{kg}$
de clínquer y otra de, por ejemplo, aproximadamente $0,6 \text{ Nm}^3/\text{kg}$
5 de clínquer. La subdivisión, según las experiencias prácticas
también puede ser por ejemplo de tal modo que la primera parti-
cipación de aire importe aproximadamente $0,3 \text{ Nm}^3/\text{kg}$ de clínquer
y la última aproximadamente $0,7 \text{ Nm}^3/\text{kg}$ de clínquer. Se denomi-
nará A la primera participación menor y B la última participa-
10 ción mayor.

La participación A menor es aire frío, fresco
de la atmósfera y se comprime sobre un breve trayecto refri-
gerador en la entrada del refrigerador, en el lugar en que pe-
netra el material ~~frío~~ a refrigerar dentro del refrigerador,
15 con alta compresión de, por ejemplo, 200 a 300 mm de columna
de agua a través del lecho de material a refrigerar (lecho del
clínquer). El clínquer caliente se suelta fuertemente por la
fuerte corriente de aire y se enfría muy rápidamente desde su
alta temperatura de sinterización (de aproximadamente 1.300 á
20 1.400°C) a una temperatura de aproximadamente 900 a 1.000°C y
pierde en ello su adherencia sin apilonarse. Este enfriamien-
to se efectúa mientras que el clínquer se encuentra como en un
lecho fluido en movimiento de baile, de modo que se hace impo-
sible el apilonamiento. El aire de refrigeración se recalien-
25 ta en ello aproximadamente a 800 hasta 900°C .

Después de haber experimentado el clínquer
este primer enfriamiento y de haberse distribuido por toda la
anchura del emparrillado, como ya no se adhiere, puede seguir-
se enfriando, estando situado tranquilamente en un lecho sobre



274825

el emparrillado. Para que esta fase segunda de enfriamiento se efectúe del modo más económico posible, la participación B de aire mayor se comprime dos veces sucesivas a través de la capa de clínquer, y esto con presión relativamente pequeña, por ejemplo de aproximadamente 50 mm de columna de agua. En ello se calienta la participación de aire B, después del primer paso por el lecho de clínquer aproximadamente a 300°C y después del segundo paso aproximadamente a 800°C hasta 900°C.

Lo característico del invento puede considerarse en que los refrigeradores de emparrillado en la zona más caliente de temperatura, en la que el material a enfriar todavía no se ha solidificado totalmente y por ello tiende a apelonarse, se enfría con pequeña cantidad de aire frío y presión aumentada, pero que en la zona subsiguiente, en la que el material a enfriar está totalmente solidificado, se enfría con la participación mayor de aire con doble o múltiple paso con menor presión de aire. Este procedimiento refrigerador combinado es muy económico y, también con muy poca necesidad de aire del horno, hace posible aprovechar de nuevo para el sistema del horno una participación muy elevada del calor del material. En el ejemplo mencionado se calientan ambas participaciones de aire A y B aproximadamente a 850°C. Las participaciones A y B suman en el ejemplo conjuntamente 1 Nm³ de aire por kg de clínquer de cemento. El calor contenido en el clínquer antes de la entrada en el refrigerador importa aproximadamente 320 kcal/kg de clínquer. Las participaciones de aire A y B = 1 Nm³ han absorbido del calor del clínquer 260 kcal. Esto da un grado de rendimiento de la recuperación de calor de



277
274 825

$$\frac{260}{320} \times 100 = \text{aproximadamente } 82\%$$

5 Esto significa un considerable incremento del grado de eficacia para las mencionadas proporciones de aire en hornos de cemento que trabajan con reducido consumo de aire, y que hasta ahora trabajaban con un grado de eficacia de la recuperación de calor en el refrigerador de 70% en el caso más favorable.

10 La característica del invento reside primeramente en la combinación correcta de la refrigeración mediante aire fresco, es decir frío, en la entrada del refrigerador (zona de refrigeración previa) y mediante el enfriamiento posterior mediante múltiple conducción de aire sobre el trayecto de refrigeración de la zona de enfriamiento posterior. Por otro lado, la característica del invento reside en un dimensionamiento tal de la participación de aire para la refrigeración previa, por una parte, y para el enfriamiento posterior por otra parte, que ambos objetivos se alcanzan con el máximo éxito.

15 Estos objetivos son el enfriamiento lo más rápido posible en la zona de refrigeración previa, en que el clínquer experimenta el enfriamiento inicial en cierto modo empujando de tal modo que no puede apelotonarse y que -lo que es importante para el clínquer de cemento- al mismo tiempo por un auténtico temple experimenta una mejora de la calidad. Se ha demostrado que la participación de aire para este fin, tiene que importar de 20 a 40%.

25 La finalidad de la zona de enfriamiento posterior es la más amplia recuperación posible del calor del clínquer, que todavía quede en la zona de refrigeración previa.



274835

5 Esto se consigue según el ensayo efectuando con óptimo resultado en tanto la participación de aire para la zona de enfriamiento posterior importe 60 a 80% de la totalidad del volumen de aire requerido para el horno, conduciéndose este aire, en contraposición a la zona de refrigeración previa, dos o más veces sucesivas a través de la capa del material a enfriar.

10 Sin embargo, para ello pertenece también como característica del invento según la experiencia, la compresión correcta del aire refrigerante, que tiene que importar en la cámara de aire por debajo de la zona de refrigeración previa aproximadamente 200 a 300 mm de columna de agua, y en las cámaras de aire debajo de la zona de refrigeración posterior de 50 a 80 mm de columna de agua. Las diferencias en la compresión necesaria resultan por el tamaño de la granulación del material a enfriar.

15 La característica del invento encuentra además su expresión porque la medida del aire refrigerante para la zona de refrigeración previa, en el tanto por ciento del volumen total de aire refrigerante, se elige de tal modo que el calentamiento del volumen restante de aire refrigerante, es decir de la participación para la zona de refrigeración posterior, se efectúa por transmisión del calor del clínquer a este aire en tal medida, que la temperatura del aire caliente obtenido sea igual o aproximadamente igual a la temperatura del aire caliente producido en la zona de refrigeración previa. Por ello se garantiza que el calor disponible en el



274 825

clinker se transmita con el efecto mayor posible al aire de combustión requerido por el horno, es decir que el refrigerador tiene por ello un alto grado de rendimiento.

5 En el dibujo se representa el ejemplo de un dispositivo para la ejecución del procedimiento. Desde el horno giratorio (1) llega el material del horno a la zona de refrigeración previa (2) del refrigerador de emparrillado móvil, después se transporta avanzando y marcha a las dos cámaras de la zona de refrigeración posterior (3) y (4). En (5) el material del horno abandona al emparrillado refrigerador. Debajo 10 de la zona de refrigeración previa (2) se encuentra una corta cámara de aire (6), en la que por el ventilador (7) con compresión elevada se insufla una participación de aire de 20 - 40% de la totalidad del aire refrigerante como aire fresco. Debajo 15 de las zonas refrigeradoras (3) y (4) se encuentran las cámaras de aire (8) y (9). En la cámara de aire (9) por el ventilador (10) se insufla aire fresco, y esto con compresión relativamente reducida, por ejemplo 50 mm de columna de agua. En 20 (11) el aire de refrigeración posterior se aspira total o parcialmente por el ventilador (12) y se comprime a través de la cámara de aire (8) por segunda vez a través de la capa de material. Las dos corrientes de aire calentadas de las cámaras (6) y (8) llegan con temperatura aproximadamente igual como aire de combustión previa al horno, como indican las flechas. Los 25 ventiladores (10) y (12) pueden completarse por uno o varios ventiladores adicionales con el objeto de ampliar el paso de aire doble a un paso de aire múltiple, para el caso de que esto pudiera traer consigo una ventaja económica en casos de excepción.



274825

N O T A

La presente patente de invención consta de las siguientes reivindicaciones:

1.- Procedimiento para la refrigeración de material desmenuzado sobre un dispositivo transportador permeable al aire, de modo gradual por ejemplo de clínquer de cemento o cal viva, sobre una cinta de emparrillado sinfín, utilizándose el aire refrigerante requerido para el enfriamiento del material en lo posible en su totalidad como aire de combustión para la calefacción de un dispositivo de combustión previa antecnectado, caracterizado porque el aire refrigerante se conduce sobre el trayecto parcial del refrigerador que sucede a la entrada del mismo, en estado frío como una participación del aire refrigerante total, en una simple corriente transversal de una sola vez a través de la capa de material, mientras que el resto del aire refrigerante se conduce en el segundo trayecto refrigerador del dispositivo transportador, que sucede a este primer trayecto refrigerador, en múltiple corriente transversal de tal modo, que la participación restante de la totalidad del aire refrigerante, comenzando en la salida del refrigerador, se aspira o comprime de modo repetido sucesivamente a través de la capa de material, en lo que el aire, que se calienta de nuevo en cada paso, se conduce respectivamente al siguiente trayecto parcial, recubierto con material a refrigerar más caliente, del dispositivo transportador.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1,



274825

5 caracterizado porque la participación del aire refrigerante para el trayecto refrigerador con simple corriente transversal importa preferentemente de 20 a 40% del aire refrigerante total, respectivamente de la totalidad del aire de combustión, mientras que el restante aire de combustión, respectivamente el restante aire refrigerante queda reservado para la refrigeración sucesiva con múltiples pasos, y porque ambas corrientes de aire refrigerante se reunen en la entrada del refrigerador.

10 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el aire refrigerante se presenta en la primera zona con alta compresión, por ejemplo 250 mm de de columna de agua, y en las zonas de refrigeración posterior con menor compresión, por ejemplo 50 mm de columna de agua.

15 4.- Procedimiento para la refrigeración de material desmenuzado sobre un dispositivo transportador permeable al aire.

20 Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra en los dibujos que a la misma se acompañan.

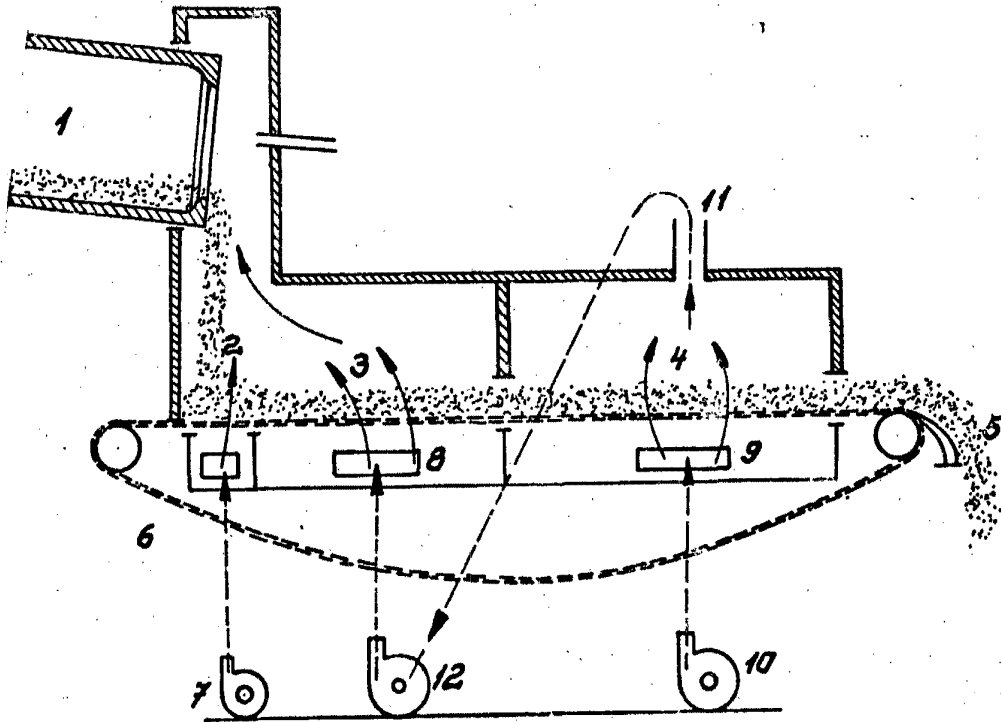
Consta esta memoria de trece hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid

GUILLELMO ROEB



274825



Handwritten signature: R. Meyer