



25904 1

18

25904 1

MEMORIA DESCRIPTIVA
de una Patente de Invención a nombre de:
L. & C. STEINMÜLLER G.m.b.H., de naciona-
lidad alemana, domiciliada en GUMMERSBACH/
RHELD.(Alemania); por: "PROCEDIMIENTO E
INSTALACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS
CALORES DE REFRIGERACION".

-----ooo000ooo-----

El invento se refiere a un procedimiento y a una ins-
talación para el aprovechamiento de los calores de refrigeración
en hornos metalúrgicos o químicos, especialmente altos hornos,
hornos de cuba baja, hornos Siemens-Martin, hornos de calcina-
5 ción, hornos de cúpula o manga, etc.

Las instalaciones de refrigeración tienen por objeto
proteger a la mampostería contra las temperaturas elevadas, o
crear las condiciones necesarias para la introducción de combus-
tible o aire en las cámaras de combustión calientes (toberas de
10 ventilación de quemador o facilitar los medios que permitan



efectuar la carga del horno sin que sufra daños la mampostería (por ejemplo, los bastidores de refrigeración de las puertas en los hornos Siemens-Martin). La pérdida de calor que se produce forzosamente en estos casos es poco conveniente y sustrae al
15 proceso primario propiamente dicho una importante cantidad de calor.

Se ha intentado reducir la pérdida de calor, utilizando sistemas de refrigeración por calor con agua parcialmente evaporable; pero, en estos casos hay que mantener la presión relativamente elevada, si se quiere evitar que el agua se evapore
20 por completo, lo que traería como consecuencia una disminución del efecto de refrigeración. Con este procedimiento únicamente puede obtenerse vapor saturado a partir de los calores de refrigeración. Por razones constructivas (resistencia de los materia-
25 les) y considerando las bombas de revolución, la presión máxima de tales sistemas de refrigeración por calor con agua asciende en la actualidad a 120 atm. Ya a esta presión los espesores de las paredes de las toberas de refrigeración por calor son tan grandes, que la temperatura exterior de las paredes alcanza la
30 zona de rebecido. Además, en las toberas de los altos hornos y en las de los hornos de cúpula hay que añadir el inconveniente de que no puede utilizarse acero porque se presentan procesos de soldadura con el hierro fluido. Por este motivo, es preciso utilizar un material de menor resistencia, lo que trae consigo una
35 disminución de la presión máxima admisible para el acero.



1894

1894

Es un hecho conocido que para desgasificar el carbón en polvo se hace pasar el combustible por los espacios intermedios calentados por el líquido en circulación. Como portador de calor se suele utilizar un líquido con un punto de evaporación de más de 800°C.

También es conocido el hecho de que el portador de calor suele enfriarse en la conducción de retorno por medio de órganos de refrigeración como, por ejemplo, calderas de recuperación, calentadores de aire, etc. hasta una temperatura adecuada para la bomba. La diferencia de nivel entre la instalación calentadora del portador de calor y el cambiador de calor destinado a enfriarlo, deberá escogerse de forma que la circulación del portador de calor se efectúe por la acción de la gravedad.

Según el invento, para el aprovechamiento de los calores de refrigeración de los hornos metalúrgicos o químicos, especialmente altos hornos, hornos de cúbica baja, hornos Martin-Siemens, hornos de calcinación, hornos de cúpula, etc, se utilizan unos líquidos portadores de calor, cuyo punto de evaporación a presiones bajas se encuentra por encima de los 800°C, de forma que la evacuación de calor se efectúe, por lo menos parcialmente, por evaporación del líquido.

Con el empleo de este invento se consiguen las siguientes ventajas:

1.º.- En los hornos altos o en los de cúpula, las toberas se enfrían con temperaturas más elevadas del refrigerante, con

259041



lo que el aire puede penetrar en el horno a temperaturas mayores que hasta ahora, con lo que se consigue una considerable disminución del consumo de coque en los hornos.

65 2.- La misma importancia tiene también el aumento de la temperatura del refrigerante sobre la refrigeración de la cámara de fusión (lecho). En los hornos normales de cuba, la refrigeración del lecho se efectúa mediante un riego exterior con agua, con lo que la temperatura del interior de los hornos es relativamente elevada y, por consiguiente, apenas se influye en el proceso de fusión. Cuando se emplean sistemas de refrigeración por calor en el lecho de fusión, los tubos de refrigerante se encuentran 70 más próximos al material de fusión y, como solo están sujetos por pasadores, solo están separados del material en fusión por la escoria que se fija a los pasadores, por lo que solo reciben una 75 capa aislante relativamente delgada. Si se emplea agua evaporizable como refrigerante, como consecuencia de las temperaturas de las paredes de los tubos, relativamente bajas, en especial en los hornos pequeños de cúpula, se presentan unas condiciones marginales que influyen desfavorablemente en el proceso de fusión y en la 80 calidad del hierro. Al efectuar la transición al sistema de refrigeración caliente con temperaturas más elevadas, estas condiciones se vuelven más favorables y pueden compararse a las de los hornos de mampostería con refrigeración exterior.

85 Resulta de aquí el efecto hasta ahora no conocido de que, sin influir en los procesos de fusión y en la calidad del hierro,



los calores de refrigeración que hasta ahora se evacuaban y se perdían sin aprovecharse en el caso de refrigeración exterior, pueden transformarse en energía. En un horno de cúpula con una capacidad de 1 t/h, la cantidad de vapor obtenida con refrigeración caliente por metal líquido asciende a unas 0,7 t/t de hierro a 20 atm., lo que representa un abaratamiento del hierro de 90 Da 6.-/t. Este valor que, ciertamente es pequeño en el caso de hornos grandes, pone de manifiesto el sorprendente efecto de una tal refrigeración que, aparte de la ganancia de energía, tiene 95 la ventaja de que no influye en el proceso de fusión ni en la calidad del hierro.

3.- Otra ventaja, que todavía no se ha puesto de manifiesto, del empleo de fluidos en circulación de alto punto de ebullición, estriba en la menor evacuación de calor del horno a elevadas temperaturas de refrigeración. De esta manera, desde luego, la recuperación de energía es menor, pero esta circunstancia puede compensarse con un menor transporte de combustible durante el proceso metalúrgico propiamente dicho. 100

Si se consigue reducir con el líquido refrigerante a elevadas temperaturas la pérdida de refrigeración, se obtienen más calores para la fusión y disminuye el coste total de calor. Esta circunstancia se pone especialmente de manifiesto al pasar de la refrigeración normal por frío a la refrigeración caliente con agua e incluso todavía puede mejorarse con el empleo de líquidos de puntos de ebullición elevados. 105 110



113941

al aumentar la temperatura del refrigerante a 700° ha,
que contar con una disminución de las pérdidas de refrigerante
de 200.000 a 150.000 kcal/t. Por consiguiente, para cubrir la
cantidad total de calores consumidos basta con aportar el 90% del
115 calor que se precisa con la refrigeración por frío con lo que se
reducen en la adecuada proporción las pérdidas de gases de esca-
pe y el consumo de energía para el transporte de los gases de es-
cape del gas, del aceite y del aire. En conjunto, con el empleo
de la refrigeración caliente con líquidos de elevado punto de
120 ebullición, puede contarse con una mejora del rendimiento efecti-
vo de la fusión del 14% aproximadamente.

4.- Otras ventajas del empleo de metales fluidos en el
sistema de refrigeración por calor son las siguientes:

a) Sin necesidad de emplear unos espesores de pared
125 extraordinarios es posible efectuar la evacuación del calor a
temperaturas muy elevadas y, con ello, una producción de vapor
a unas presiones más altas que hasta ahora.

b) Con este procedimiento se tiene, además, la posibi-
lidad de cubrir el recalentamiento del vapor producido con los
130 calores de refrigeración, sin necesidad de emplear generadores
de calor extraños, como recalentadores centrales.

Para demostrar la importancia económica de este proce-
dimiento, damos a continuación los siguientes fundamentos de cál-
culo;

135 I. Empleo de agua para el sistema de refrigeración por



calor a una presión de vapor de 100 atm. absolutas. El vapor saturado que se genera debe recalentarse por una fuente de calor extraña y con un recalentamiento del vapor a 500°C y teniendo en cuenta el rendimiento de los recalentadores centrales, se añaden otras 180 kcal/kg.

Si se acepta para este estado la producción de 1 kg. de vapor, se podrán obtener para su estado de vapor antes de la turbina de 82 atm. ab. y 500°C, 0,262 kWh/kg. de vapor. El consumo suplementario de calor de otras fuentes por kWh asciende a 690 kcal/kWh.

II: Si se emplea un medio en circulación con elevadas temperaturas de vaporización, en un cambiador de calor puede alcanzarse una presión de vapor de 200 atm. ab. La cantidad de vapor que puede producirse asciende, con la misma cantidad de recuperación de calor como en I, a 1,14 kg. de vapor saturado. Tanto en este caso como en I y en los puntos de cálculo siguientes, se supone una temperatura del agua de alimentación de 100°C. Calentando este vapor a 540°C (igual contenido en calor que en I), hay que transportar de fuentes extrañas 298 kcal/1,14 kg. de vapor saturado. La posible producción de energía a partir de este vapor (presión de entrada en la turbina, 180 atm. rel.) es de 0,3215. kWh.

El consumo específico de calores extraños se calcula en 930 kcal/kWh.

III. En el caso de evacuación de los calores de refri-



geración con metales en circulación a elevada temperatura, los calores de recalentamiento pueden cubrirse con los calores de refrigeración; es decir, sin necesidad de calores extraños. En el caso de un estado de vapor de 100 atm. ab, y 500°C citado en I, se obtiene una cantidad de vapor producible de 0,78 kg.

Possible producción de energía, 0,204 kWh.

Calor necesario de fuentes exteriores, 0,0 kcal/kWh.

IV. Si se supone el mismo procedimiento que en III, pero con un estado de vapor de 200 atm. ab. y 540°C, se obtienen los siguientes valores:

Cantidad de vapor que puede producirse 0,78 kg

Cantidad de energía que puede producirse, 0,220 kWh.

Calor necesario de fuentes extrañas, 0,0 kcal/kWh.

V. Según hemos dicho ya, en muchos sistemas de refrigeración por calor es necesario emplear otros materiales en lugar de acero, con lo que se reducen todavía más las presiones que pueden alcanzarse con el vapor de agua. Por consiguiente, en este y en el siguiente punto VI vamos a calcular el resultado que puede esperarse con una presión de vapor de agua de 24 atm. ab. y en este punto V, tomando por base la producción de vapor saturado en el sistema de refrigeración.

Cantidad de vapor que puede producirse, 0,97 kg.

Calores extraños necesario para recalentar a 460°C (igual contenido térmico que en I), 155 kcal.

Corriente generable (Presión de vapor delante de la



239011

turbina, 21 atm. ab.), 0,216 kWh.

Consumo de calor de fuentes extrañas, 720 kcal/kWh.

VI. El mismo procedimiento que en V, pero con adición de los calores de recalentamiento procedentes de los calores del
190 agua de refrigeración.

Cantidad de calor que puede producirse, 0,78 kg.

Corriente que puede producirse, 0,175 kWh.

Adición de calor de fuentes extrañas, 0,0 kcal/kWh.

Si mediante el empleo de medios en circulación con ele-
195 vadas temperaturas de vaporización y presiones bajas se presentan, por lo que respecta al estado de vapor las mismas condiciones que en los Puntos I a V, lo que es posible con este procedimiento, es de esperar que se obtengan los valores calculados en los Puntos I a V.

200 En el caso de producción de energía con caldera de hogar, observando los mismos fundamentos de cálculo de antes y aplicando un rendimiento de la caldera del 90%, resultaría el siguiente consumo específico de calor:

	Presión de vapor en la caldera, 100 atm.ab. 500°C, 3000 kcal/kWh.
205	" " 200 " 540°C, 2790 "
	" " 24 " 460°C 3520 "

Partiendo de estos fundamentos de cálculo, se obtiene la siguiente tabla comparativa:



<u>Puntos de cálculo</u>		<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>	<u>VI</u>
210	Calor extraño a emplear kcal/kWh	690	930	0	0	720	0
	Cantidad de energía a producir con las mismas cantidades de calor de recuperación, kWh	0,262	0,321	0,264	0,220	0,216	0,175
215	Calores extraños, referidos a las mismas cantidades de calor de refrigeración, kcal	180	298	0	0	155	0
220	Cantidad de energía suplementaria que puede producirse a partir de estos calores extraños, recalentando los calores de refrigeración en una caldera de vapor	0	0	0,06	0,107	0	0,044
225	Cantidad total de energía empleando las mismas cantidades de calor, kWh	0,262	0,321	0,264	0,327	0,216	0,219

Estableciendo una comparación con el punto V, se obtienen los siguientes porcentajes de cantidades de energía suplementaria:

%	21,4	48,5	22,2	51,2	0	1,4
---	------	------	------	------	---	-----

230 La sorprendente y hasta ahora no reconocida influencia del nuevo procedimiento propuesto sobre la rentabilidad de la producción de energía a partir de los calores de refrigeración de los hornos, se ve claramente en esta relación.

235 Otro motivo de la propuesta de evacuación de los calores de refrigeración de los hornos a través de líquidos de elevado punto de ebullición es el que resulta de la posibilidad de producir energía, en vez de con el proceso de vapor, a través de una turbina de aire caliente. Para ello, la evacuación directa de los calores a través del aire resulta prácticamente imposible y, por consiguiente, para 240 que el procedimiento resulte rentable es necesario trasladar los calores, a las presiones mínimas y a elevadas temperaturas de vaporización.



desde el sistema de refrigeración al ciclo de aire de la turbina con unas temperaturas tan altas, que el proceso de obtención de la energía resulte satisfactorio.

245 Prosiguiendo el orden de desarrollo de nuestras ideas, se ha pensado en la posibilidad de volver a introducir los calores de refrigeración en el proceso propiamente dicho; es decir, aprovecharlos para el calentamiento previo de los combustibles o del aire de combustión, lo que, teniendo en cuenta las tempera-
250 turas que se precisan para este proceso, solo puede conseguirse por medio de fluidos de elevado punto de ebullición.

 Resumiendo, podemos decir que si se lleva a la práctica nuestra proposición de evacuar los calores de refrigeración con fluidos de elevado punto de ebullición, puede conseguirse las
255 ventajas siguientes, hasta ahora no conocidas:

 a) Se ejerce una favorable influencia en el proceso primario mediante unas temperaturas correspondientemente elevadas de los puntos de refrigeración por calor y se tiene la posibilidad de transformar los calores de refrigeración en valiosa ener-
260 gía sin influir en el proceso primario.

 b) Reducción de los calores de refrigeración y con ello, mejor rendimiento del proceso primario.

 c) Transformación de los calores de refrigeración en vapor de muy alta presión con el consiguiente aumento en la pro-
265 ducción de energía.

 d) Obtención del calor de recalentamiento para este vapor

259044



a partir del calor de refrigeración y evitación de la necesidad de emplear calores de otras procedencias, que pueden utilizarse más favorablemente para producir energía de otra manera.

270 e) se señala expresamente el hecho de que la anterior consideración se refiere principalmente a hornos metalúrgicos, si bien, de la misma manera, también tiene aplicación para hornos de otra clase.

275 f) se crea la posibilidad de transformar en energía los calores de refrigeración de los hornos a través de una turbina de aire.

g) se crea la posibilidad de volver a emplear en el proceso primario los calores de refrigeración con elevadas temperaturas.

280 En la figura que se acompaña aparece representada una instalación para la ejecución del procedimiento que se reivindica. Se designa por 1 un alto horno, por 2 un cambiador de calor y por 3 una turbina. El cambiador de calor está constituido en el caso presente como vaporizador y la turbina como turbina de vapor.

285 El alto horno lleva unas toberas 11 que van conectadas al anillo 21 en la forja normal. Las toberas van dispuestas en la forja conocida, para la refrigeración, entrando el refrigerante a través de la tubería 12 y saliendo por la tubería 22. En el ejemplo se ha supuesto que la circulación del refrigerante se efectúa

290 a través de un efecto de termosifón y también se supone que se emplea un refrigerante de ebullición a alta temperatura como,

259041



por ejemplo, una mezcla de sodio y potasio. Al ciclo va conectado un depósito 6 calentado desde el exterior que, al poner en funcionamiento el alto horno, sirve para licuar el refrigerante. El cambiador de calor 2 va construido como caldera de recuperación y unido a la turbina 3 a través de una tubería de vapor 13. El vapor que se produce en el cambiador de calor 2, se calienta adecuadamente antes de su entrada en la turbina, cosa que puede hacerse en un recalentador exterior. El vapor de escape de la turbina es precipitado en un condensador 4 y el condensado es aspirado por una bomba 5 y enviado nuevamente al cambiador de calor a través de una tubería 14. Como es natural, en el presente caso se acepta la circulación del refrigerante de alto punto de ebullición como circulación natural. También es posible emplear circulación forzada; pero, en este caso, hay que conectar una bomba a la tubería 13. La refrigeración de todas las toberas se efectúa idóneamente en el cambiador de calor 2, si bien para cada una de ellas y por razones de seguridad, puede preverse un ciclo de refrigerante especial. Para ello, es también posible tomar ciclos independientes de refrigerante del vaporizador y utilizarlos para recalentar el vapor producido.

Si la turbina es accionada por aire caliente, en lugar del cambiador de calor 2, que en el ejemplo anterior estaba construido como vaporizador, se conectará al ciclo de refrigeración un calentador de aire.



315

-----N O T A-----

se reivindica como nuevo y de propia invención:

1.- Procedimiento e instalación para el aprovechamiento de los calores de refrigeración de hornos químicos y metalúrgicos, en especial de altos hornos, hornos de cuba baja, hornos Siemens-Martin, hornos de calcinación, hornos de cúpula o manga y otros parecidos, de acuerdo con el cual se emplean fluidos portadores de calor cuyo punto de vaporización a bajas presiones se encuentra por encima de los 800°C y que se caracteriza por el hecho de que la evacuación de calor se efectúa, por lo menos parcialmente, por evaporación del refrigerante.

325

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los calores evacuados a elevada temperatura puede aprovecharse para la producción de vapor a alta presión.

330

3.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que los calores evacuados pueden utilizarse, por lo menos parcialmente, para el recalentamiento de vapor a alta presión.

335

4.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que los calores evacuados pueden utilizarse para calentar el aire.

5.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de establecerse una instalación en la que los lugares a refrigerar de los altos hornos, de los hornos

2 9041



de caba baja y otros, van acoplados a cambiadores de calor a tra-
340 ves de un refrigerante que circula en ciclo, sirviendo estos úl-
timos para generar o recalentar el vapor o para calentar el aire.

6.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque el cambiador de calor de la instalación está
construido como calentador de aire, conectándose el calentador de
345 aire en el ciclo de una turbina de aire.

7.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por el hecho de que el aire calentado en el calen-
tador de aire de la instalación puede ser utilizado como aire de
combustión para los hornos que hay que refrigerar.

350 8.-PROCEDIMIENTO E INSTALACION PARA EL APROVECHAMIENTO
DE LOS CALORES DE REFRIGERACION.

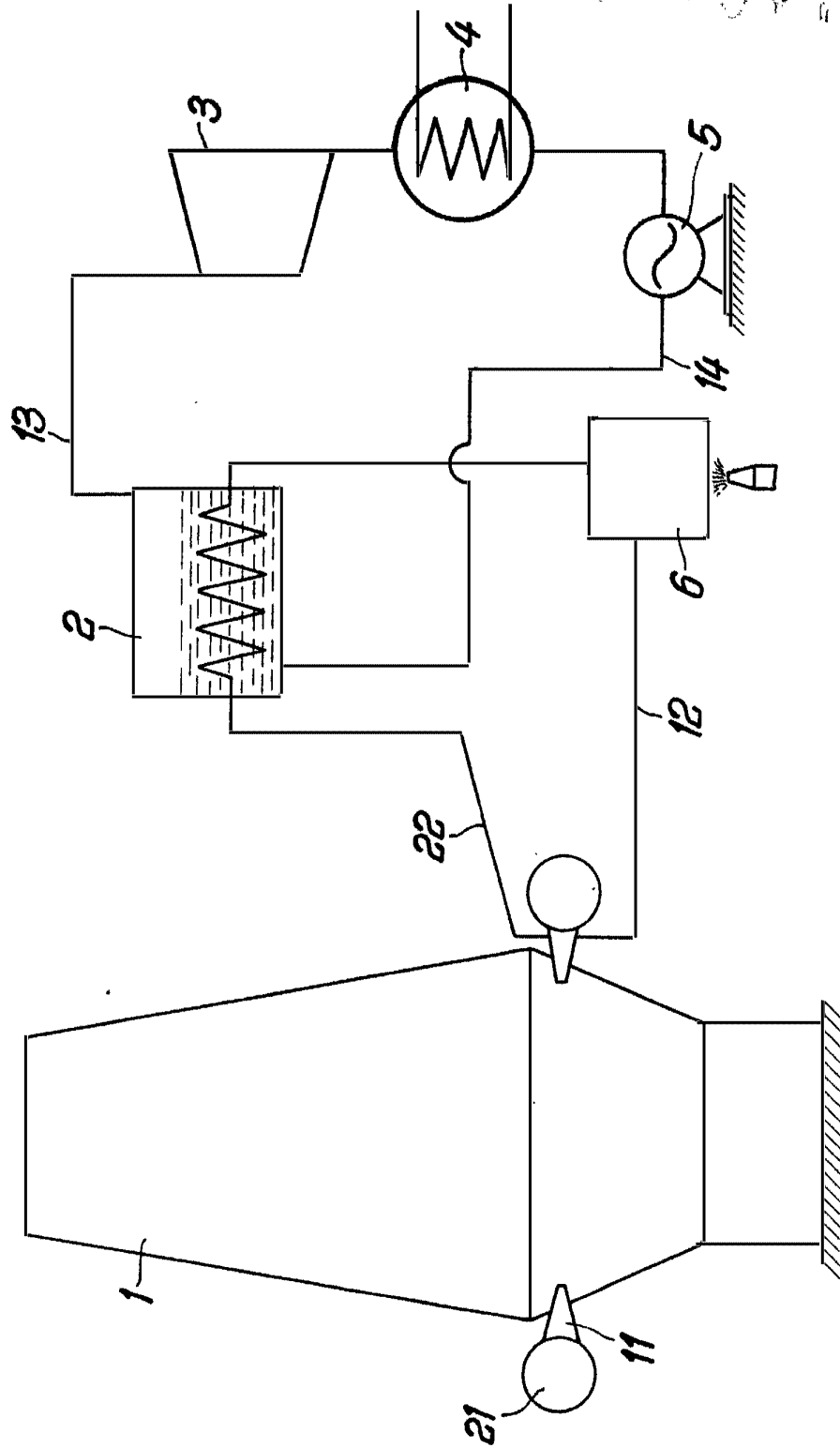
Tal como se describe y reivindica en la presente memo-
ria descriptiva, que consta de quince hojas escritas a máquina por
una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 18 JUN. 1960

Caro



234041



Modela verificata

Leuris. 13. c. Junio le 190.

Lauferuandy