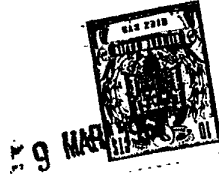


337773

P.- 34.401

File Nº P/905.62



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de THE LUMMUS COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 385 Madison Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA ENFRIAR AGUA EN UN SISTEMA CERRADO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA"

Este invento se refiere en general a un método para enfriar una corriente de elaboración y, más particularmente, el invento se refiere a un sistema de agua de enfriamiento que utiliza butano como refrigerante, mediante el cual pueden enfriarse corrientes de elaboración en emplazamientos en los que no es práctico el enfriamiento directo por aire.

De acuerdo con este invento, el agua caliente es mezclada íntimamente con un refrigerante hidrocarburo líquido e introducida en una cámara de expansión. El agua



9 MAR 1967

5 es enfriada y se producen fracciones independientes de agua líquida y de refrigerante gaseoso. El agua enfriada es recuperada y el refrigerante gaseoso es comprimido, condensado en un enfriador de aire y recirculado. Un accionamiento de velocidad variable del compresor compensa la carga de enfriamiento con las temperaturas ambiente.

10 Las corrientes de elaboración de instalaciones de petróleo o petroquímicas, que necesitan enfriamiento, son enfriadas normalmente con enfriadores de aire, pero en algunos emplazamientos éstos no son satisfactorios a causa de que el nivel de temperatura requerido es demasiado bajo para ser obtenido económicamente. Cuando no se dispone de ninguna fuente externa de agua de enfriamiento, por ejemplo un río, un canal, o similar, se dispone normalmente un sistema de circulación con una torre de enfriamiento. Este tipo de enfriamiento tiene varias desventajas. Hay posibilidad de congelaciones durante los meses de invierno, formación de nubes de vapor, las cantidades de reposición de agua son elevadas, hay concentración de impurezas dentro del sistema y los problemas de producción de algas y lodos exigen la utilización de productos químicos biocidas y algicidas.

20 Un objeto general del presente invento es, por consiguiente, proporcionar un sistema de enfriamiento cerrado mejorado que solucione las desventajas de los sistemas anteriores.

25 También es un objeto de este invento proporcionar un sistema de enfriamiento cerrado que tenga costes de funcionamiento que sean comparables con los de sistemas convencionales cuando funcionan durante todo el año.

30 7.3.1967

-2-

337773



Otro objeto más del presente invento es proporcionar un sistema de enfriamiento cerrado de una o dos etapas en el que se ahorra consumo de servicios.

5 Resultarán claros otros diversos objetos y ventajas del invento por la siguiente descripción de dos de sus realizaciones, y las características nuevas serán señaladas particularmente en relación con las reivindicaciones adjuntas.

10 El invento puede caracterizarse brevemente como sigue:

15 En el sistema de una etapa, el retorno de agua de enfriamiento caliente de la corriente de elaboración es mezclado con butano normal líquido u otro refrigerante adecuado, y expandido después en un recipiente. Es esencial la mezcla íntima del butano de expansión y del agua. El calor necesario para la evaporación es suministrado por el calor sensible del agua, y el agua es enfriada hasta la temperatura requerida. Como la presión de vapor del agua a la temperatura de funcionamiento es muy baja, el vapor que sale del depósito de expansión es prácticamente butano puro, mientras 20 el agua contendrá solamente poco más butano del que será disuelto por el agua.

25 La circulación de butano está regulada por una válvula de control accionada por la temperatura del agua. La presión en el depósito de expansión está mantenida a un nivel tal que el vapor de butano está ligeramente recalentado. Un compresor centrífugo comprime los vapores de butano, los cuales son condensados en un enfriador de aire. La corriente de butano líquido puede ser subenfriada, lo que da lugar a una reducción de los costes de funcionamiento. El 30



butano líquido e indicios de agua, son recogidos en un depósito, y son inyectados de nuevo después en la corriente de agua caliente.

5

El agua enfriada es bombeada desde el depósito de expansión hasta los diferentes usuarios.

10

Un motor de velocidad variable es la máquina motriz óptima para el compresor, ya que entonces puede obtenerse provecho máximo de la variación de la temperatura ambiente. Un compresor de velocidad variable alcanzará fácilmente, con poca pérdida de rendimiento el 110% de la elevación de presión de proyecto. Por consiguiente, el enfriador de aire no tiene que ser proyectado para temperaturas máximas que tendrán lugar solamente en raras ocasiones. Cuando la temperatura ambiente cae por debajo de la temperatura de proyecto, puede obtenerse una considerable reducción de servicios a causa de que la presión del condensador se reduce así como la elevación de presión en el compresor. La presión del depósito de expansión es controlada variando la velocidad del compresor, de manera que la unidad funciona automáticamente en condiciones óptimas.

15

20

El funcionamiento de dos etapas es un perfeccionamiento del sistema descrito anteriormente. En esencia, se hacen funcionar simultáneamente dos depósitos de expansión bajo diferentes condiciones. Se obtiene una reducción de aparatos, a causa de que parte de la carga de enfriamiento es manejada a una presión más alta. Si lo mejor es un sistema de una o de dos etapas, depende de la temperatura deseada del agua de enfriamiento fría y de la temperatura ambiente de proyecto.

25

30

Es notable que para un sistema de una etapa la elevación de temperatura del agua de enfriamiento no influye en el consumo de aparatos, a excepción de los costes de



bombear el agua de enfriamiento a través de todo el sistema. Sin embargo, para el sistema de dos etapas, la elevación de temperatura del agua de enfriamiento influye en los costes de funcionamiento, ya que el reparto de las cargas sobre las dos etapas depende de la temperatura de retorno de la torre de enfriamiento.

Será facilitada la comprensión del invento haciendo referencia a la descripción detallada siguiente y a sus ejemplos, tomados en combinación con los dibujos que se acompañan, en los que la figura 1 y la figura 2 son diagramas de circulación esquemáticos, y simplificados, que representan, respectivamente, realizaciones del invento de una etapa y de dos etapas.

En la siguiente descripción detallada se utiliza butano normal como refrigerante con finalidades ilustrativas, pero debe comprenderse que puede utilizarse cualquier refrigerante adecuado en lugar de n-butano.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, se hace pasar agua de enfriamiento caliente de la instalación, desde la tubería 10 a un depósito de expansión 12. Una tubería 14 hace pasar el n-butano a la tubería 10, donde se mezcla con el agua caliente y pasa al depósito de expansión 12. La circulación de n-butano en la tubería 14 está regulada mediante una válvula de control 16, la cual es accionada por la temperatura del agua fría por medio del regulador de temperatura 18. La mezcla de butano y agua puede tener lugar en un depósito independiente (o en el depósito de expansión 12), pero es esencial la mezcla íntima del n-butano y el agua. El calor necesario para producir la evaporación del butano, es proporcionado por el calor sensible del agua de enfriamiento caliente, y como resultado de la expansión, el agua es enfriada hasta la temperatura deseada. A la tempera-



tura de funcionamiento, la presión de vapor del agua es muy
 baja, por ejemplo a 21°C la presión de vapor del agua es apro-
 ximadamente 18,77 mm. de Hg, mientras a 100°C es de 760 mm.
 de Hg. Como consecuencia, el vapor que sale del depósito de
 5 expansión 12 a través de la tubería 20 es prácticamente n-bu-
 tano puro y el agua que queda en el depósito de expansión 12
 contendr'a solo ligeramente más n-butano del que se disolve-
 rá en el agua. La presión en el depósito de expansión 12 es
 mantenida a un nivel en el que el vapor de n-butano está lige-
 10 ramente recalentado. Esta presión es controlada variando la
 velocidad de un compresor 22, mediante lo cual la unidad fun-
 ciona automáticamente en condiciones óptimas.

El agua enfriada es extraída desde el fondo del depó-
 sito de expansión 12 a través de la tubería 24 para hacerla
 15 volver a la instalación, siendo utilizada, si es necesario,
 la bomba 26.

Desde el depósito de expansión 12, se hace pasar
 el vapor de n-butano, con una pequeña cantidad de vapor de
 agua, hasta el compresor 22 a través de la tubería 20. El
 20 compresor 22 está accionado por una turbina 28 de velocidad
 variable impulsada por vapor. Esto permite que el compresor
 22 aproveche al máximo la variación de temperatura ambiente.
 Cuando la temperatura ambiente cae por debajo de la tempera-
 tura de proyecto, puede obtenerse una reducción considerable
 25 de servicios. La presión en el depósito de expansión 12 es
 controlada variando la velocidad del compresor 22, de manera
 que la unidad funciona automáticamente en condiciones óptimas.
 Con este fin son utilizados el regulador de presión 30 y la
 válvula 32.

30 Los vapores comprimidos son transportados a través

7.3.1967



de la tubería 34 al interior de un enfriador de aire 36 en el cual son condensados. El n-butano líquido, con una pequeña cantidad de agua y algunos vapores, son pasados por la tubería 38 al interior de un depósito 40. Los productos no condensables son extraídos a través de la tubería 42 y el n-butano es introducido a medida que es necesario a través de la tubería 44. La tubería 14 lleva de nuevo el n-butano líquido (y cualquier agua existente) desde el depósito 40 al depósito de expansión 12. Puede obtenerse una reducción de los costes de funcionamiento subenfriando la corriente de n-butano líquido.

El sistema de dos etapas mostrado en la figura 2 es un perfeccionamiento del sistema de una etapa descrito anteriormente. El agua de enfriamiento caliente de la instalación es llevada a través de una tubería 50 al depósito de expansión 52. Es alimentado n-butano de la tubería 54 a la tubería 50 donde, como antes, se mezclan el agua y el butano antes de entrar en el depósito de expansión. La circulación de butano es controlada por la válvula 56 y el regulador de nivel 58 del depósito 52. Tiene lugar expansión parcial y el butano restante forma una capa sobre la parte superior del agua en el depósito de expansión 52. Las tuberías 60 y 62 están situadas de manera que drenen butano y agua, respectivamente, desde el depósito 52. La circulación de agua en la tubería 62 es controlada mediante la válvula 64 y el regulador de nivel 66, del depósito 52, y el butano de la tubería 60 es controlado por la válvula 68 y el regulador 70 de temperatura de agua de salida. Después de ser sometidos a estos controles dobles, los fluidos de cada tubería son mezclados se les hace pasar a un depósito de expansión 72 de la segunda etapa donde se completan la expansión del bu-

337773



tano y el enfriamiento del agua. La presión en el depósito de expansión 52 es más elevada que en el depósito de expansión 72. Como en el sistema de una etapa, todo el calor para la evaporación es suministrado por el calor sensible del agua de enfriamiento caliente. Los vapores de los depósitos de expansión 52 y 72 son extraídos a través de tuberías 74 y 76, respectivamente, y hechos pasar a un compresor 22. El agua enfriada es extraída desde el fondo del depósito de expansión 72 a través de la tubería 24 y devuelta a la instalación, siendo utilizada la bomba 26, si fuera necesario, como en el sistema de una etapa descrito anteriormente.

El funcionamiento de la turbina 28, el compresor 22, el enfriador 36, el depósito de recuperación 40 y el equipo asociado, son idénticos a los del sistema de una etapa descrito anteriormente, y cuyas partes han sido identificadas con números de referencia similares.

En el sistema de una etapa, el depósito de expansión 12 estará mantenido a alrededor de 21°C y 2,04 atmósferas, y en el sistema de dos etapas, el depósito 72 está a $15,5^{\circ}\text{C}$ y 1,70 atmósferas para las condiciones descritas en el ejemplo indicado a continuación.

La elección entre un sistema de una o de dos etapas para obtener resultados óptimos, depende de la temperatura del agua de enfriamiento fría deseada y de la temperatura ambiente de proyecto. El sistema de dos etapas alcanza una reducción de aparatos a causa de que parte de la carga de enfriamiento es manejada a una presión más alta. La temperatura del agua de enfriamiento no influye en el consumo de servicios del sistema de una etapa, a excepción de los costes para bombear el agua de enfriamiento a través de todo el sistema. En el sistema de dos etapas, los costes de funcionamiento están



influidos por la temperatura, a causa de que el reparto de cargas depende de la temperatura de retorno deseada del agua de enfriamiento.

5 En funcionamiento, para un sistema con una carga de 2.800.000 cal./seg., se deseaba una caída de presión de 0,204 atmósferas entre el depósito de expansión y la succión del compresor y de 0,476 atmósferas entre la descarga del compresor y el subenfriador. Se deseaba una temperatura del agua de enfriamiento fría de 21°C, y se encontró ventajoso un subenfriamiento de 5,5°C. del butano. El compresor, con un impulsor de velocidad variable, fué proyectado para una temperatura de condensación de 57°C. Como era de esperar los consumos en KW a diversas temperaturas de condensación eran más elevados que para el compresor proyectado específicamente para
10 funcionar a esta condición específica.
15

Para obtener un consumo de servicios sobre la base de utilización durante todo el año, fueron supuestas temperaturas ambiente mensuales medias. La proximidad entre la temperatura de condensación y la temperatura ambiente fué
20 tomada como 10°C. La temperatura de condensación de proyecto de 57°C, permite temperaturas de condensación superiores a 60°C al 105% de la velocidad de proyecto. (Es recomendable proyectar para una temperatura de condensación inferior y permitir una velocidad máxima de alrededor del 110% de la de
25 proyecto. El compresor funcionará entonces más próximo a su rendimiento óptimo sobre la base de utilización durante todo el año). Fueron tenidos en cuenta los consumos de kW para la máquina de velocidad variable, y los resultados se muestran en la tabla I.

30

7.3.1967

337773



TABLA I. - CONSUMO MEDIO DE LOS APARATOS

| | <u>Ambiente°C.</u> | <u>Temp. cond.</u> | <u>kW/hr.</u> |
|--------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| Enero | 4,5 | 32,2 | 1800 |
| Febrero | 4,5 | 32,2 | 1800 |
| 5 Marzo | 10,0 | 37,8 | 1900 |
| Abril | 10,0 | 37,8 | 1900 |
| Mayo | 15,5 | 43,3 | 2150 |
| Junio | 21,0 | 48,9 | 2450 |
| Julio | 26,7 | 54,4 | 2800 |
| 10 Agosto | 26,7 | 54,4 | 2800 |
| Septiembre | 21,0 | 48,9 | 2450 |
| Octubre | 15,5 | 43,3 | 2150 |
| Noviembre | 10,0 | 37,8 | 1800 |
| Diciembre | 10,0 | 37,8 | 1800 |
| 15 | | Media | 2100 kW/hr. |
| | Bomba y ventiladores | | <u>200 kW/hr.</u> |
| | | | 2300 kW/hr. |

El consumo en kW de un sistema de dos etapas fué calculado para las siguientes condiciones:

| | | |
|----|--|-------------------|
| 20 | Carga de agua de enfriamiento total | 2.800.000 cal/seg |
| | Temperatura del agua de enfriamiento fría | 15,5°C. |
| | Temperatura de retorno del agua de enfriamiento | 46,1°C. |
| | Temperatura de condensación | 57,0°C. |
| | Temperatura del depósito de expansión intermedio | 32,2°C. |

25 Las demás condiciones fueron las mismas que para el ejemplo anterior. El consumo en kW calculado para el compresor fué de 2850 kW, frente a 3500 kW para el sistema de una etapa. Sin embargo, la temperatura del agua de enfriamiento fría para el sistema de dos etapas es 5,5°C más baja que la

30 del sistema de una etapa. En muchos procesos puede utilizarse



ventajosamente una temperatura de agua de enfriamiento fría más baja.

5 Cuando se dispone de agua de enfriamiento con características de suciedad despreciables, pueden construirse los enfriadores y condensadores mediante construcción de lámina de tubos fija, con el agua de enfriamiento en el lado de la envolvente, en vez de la construcción de cabeza flotante habitual, con el agua de enfriamiento en el lado del tubo. Como ya no es necesario tirar de haces de tubos, pueden utilizarse unidades verticales sencillas con tubos de hasta 12,2 metros de longitud, y se obtiene circulación de contracorriente prácticamente perfecta. Resulta evidente que el coste inicial de una unidad sencilla tal es más bajo que para varios enfriadores en paralelo o en serie del diseño utilizado en la actualidad. En diversos tipos de instalaciones, por ejemplo instalaciones de etileno, donde están siendo enfriadas y/o condensadas parcialmente corrientes gaseosas, son de máxima importancia caídas de presión bajas. Los enfriadores de lámina de tubos fija de un solo paso pueden ser construídos económicamente con un mínimo de caída de presión en el lado del gas.

10

15

20

25 Se comprenderá que pueden hacerse, por aquellos experimentados en la técnica, diversos cambios en los detalles, operaciones, materiales y disposiciones de piezas, que han sido descritos y representados aquí con el fin de explicar la naturaleza del invento, dentro del principio y alcance del invento, según se define en las reivindicaciones adjuntas.

30 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América con fecha 10 de Marzo



de 1.966, con el Nº 533.161, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

5

10

15

20

25

30

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un procedimiento para enfriar agua en un sistema cerrado de enfriamiento de agua, caracterizado por las mejoras que comprenden las operaciones de a) mezclar dicho agua con un refrigerante hidrocarburo líquido; b) expandir dicho refrigerante de la mezcla, con lo que dicho agua es enfriada y se producen fracciones independientes de agua líquida y refrigerante gaseoso; c) recuperar dicho agua enfriada y hacerla circular de nuevo para volverla a utilizar en dicho sistema; d) comprimir dicha fracción de refrigerante gaseoso; e) licuar dicha fracción refrigerante; y f) hacer circular de nuevo dicho refrigerante licuado hasta dicha operación de mezcla.

2.- El procedimiento como el reivindicado en la reivindicación 1, caracterizado además por sobreenfriar dicho refrigerante licuado.

3.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, y caracterizado además porque dicho refrigerante es n-butano.

4.- El procedimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracte-

337773



rizado además por separar cualesquiera producto no condensables de dicho refrigerante licuado.

5 5.- El procedimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por llevarse a cabo la expansión en dos etapas, siendo recuperado vapor refrigerante de ambas etapas y siendo recuperada agua enfriada solamente de la segunda etapa.

10 6.- El procedimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, y caracterizado además por llevarse a cabo dicha licuefacción mediante enfriamiento por aire de dicho refrigerante comprimido.

15 7.- El procedimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por llevarse a cabo dicha compresión para proporcionar una presión constante de refrigerante comprimido, independientemente de la presión de dicha fracción gaseosa.

20 8.- El procedimiento como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y caracterizado además por ser controlada la temperatura de dicho agua enfriada, controlando el volumen de líquido refrigerante mezclado con dicho agua.

9.- Un procedimiento para enfriar agua en un sistema cerrado de enfriamiento de agua.

7.3.1967

-13-

337773



Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y para los fines que se han especificado.

5 La presente memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 9 MAR 1967

P.A.

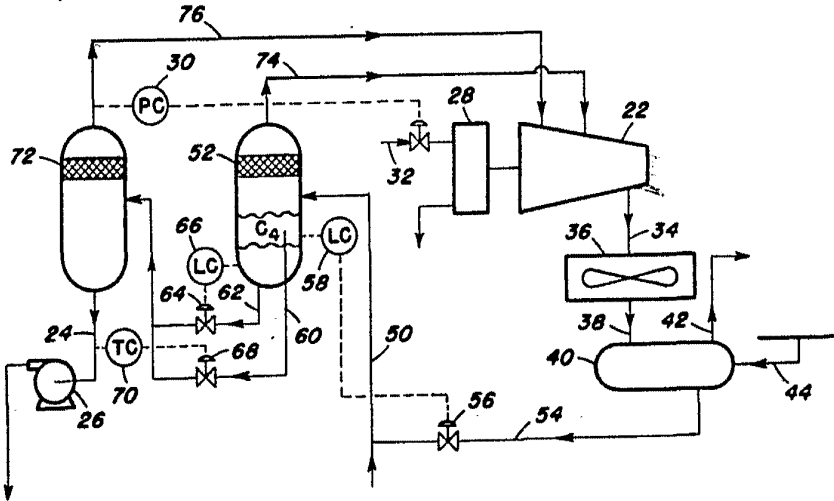
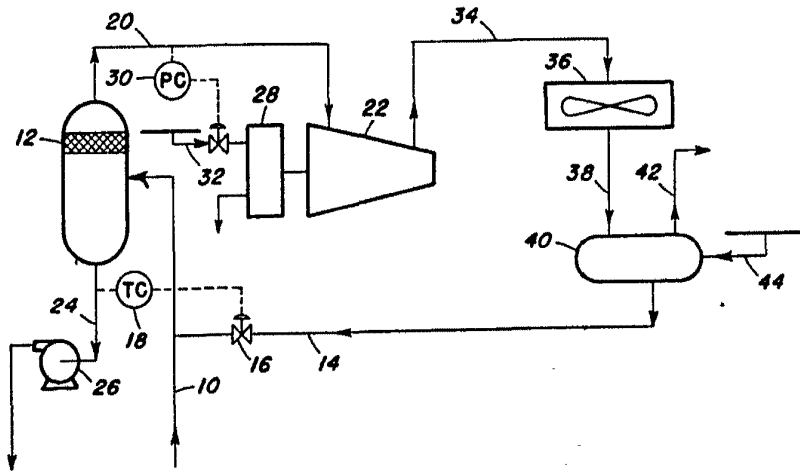
Albino de Elzaburu
[Handwritten signature]

337773

7.3.1967
MCC.

294

Fig. 1.



337773

Fig. 2.

Robert