

346105

P.- 36.548
L-6668-H

Memoria descriptiva



10010 1968

para solicitar PATENTE DE INVENCION porveintañós

a nombre de UNION CARBIDE CORPORATION

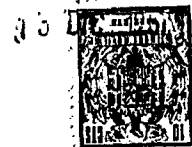
entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en 270 Park Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América.

por:

" UN APARATO PARA CONSERVAR PRODUCTOS PERECEDEROS
DURANTE EL TRANSPORTE "

(Clase Internacional F25b A 23b)



La presente invención se refiere a un método y aparato para refrigerar productos perecederos, y más específicamente a un sistema móvil de refrigeración mediante gas licuado, para productos alimenticios.

5 Hasta hace poco, la conservación de productos alimenticios perecederos por refrigeración durante el tránsito se ha efectuado mediante sistemas ineficaces y caros. Los elevados costes asociados con los sistemas ineficaces de conservación han sido repercutidos al consumidor de productos alimenticios. Además, en algunos casos el consumidor ha recibido un producto de poca calidad, debido a una refrigeración inadecuada o a daños por congelación.

15 Por ejemplo, en el sistema más ampliamente usado para la refrigeración durante el tránsito se emplea un circuito de refrigeración cerrado, en el que se hace circular por serpentines un fluido refrigerante, y se sopla aire a través de los serpentines, mediante un ventilador. El refrigerante evaporado es puesto a presión, enfriado, condensado, expandido y recirculado por los serpentines, en forma de flujo continuo. Entre las limitaciones de este sistema de refrigeración en ciclo cerrado se encuentran la necesidad de energía exterior, complejidad mecánica y capacidad limitada, así como lenta, de enfriamiento para la refrigeración.

25 Estos inconvenientes han sido evitados por el relativamente nuevo sistema de refrigeración durante el tránsito, en el que un gas licuado de bajo punto de ebullición es almacenado en un recipiente, en forma de líquido, y es descargado como pulverización líquida a través de

346105



13

aberturas de un conducto superior, en la cámara de almace-
namiento de alimentos. Este sistema de pulverización líquida
da elimina el requisito de energía exterior, puede propor-
cionar una capacidad de refrigeración grande y variable,
5 y para muchas aplicaciones solo tiene una parte móvil: la
válvula de descarga de líquido. Por tanto, ha disfrutado
de notable éxito comercial, y se usa extensamente en camio-
nes, remolques y vagones de ferrocarril, para refrigera-
ción con nitrógeno durante el tránsito, y control de la
10 atmósfera, de una amplia variedad de alimentos perecederos,
incluyendo frutas, vegetales, carnes y productos congela-
dos.

Un problema que se ha encontrado en el uso
de este sistema de refrigeración durante el tránsito, por
15 pulverización líquida, es la dificultad de obtener una tem-
peratura uniforme en toda la cámara de almacenamiento de
alimentos perecedores. Normalmente, la cámara está alineada
horizontalmente en la dirección extremo a extremo longi-
tudinal, y el refrigerante líquido es suministrado como
20 pulverización por agujeros espaciados en un conducto supe-
rior. La pulverización líquida absorbe calor dentro de la
cámara de almacenamiento, utilizando su calor latente de
vaporización y calor sensible a medida que el gas frío se
calienta hasta la temperatura de la cámara de almacenamien-
25 to.

Ha sido práctica normal el control de la can-
tidad de refrigeración suministrada a las diversas zonas ho-
rizontalmente alineadas de la cámara, variando las separa-
ciones entre los agujeros de pulverización adyacentes, del
30 conducto superior. También se reconocía que la porción de

346105



vapor aumenta desde el extremo de entrada hasta el de salida de la carga, del conducto superior, estando usualmente la entrada en el extremo frontal de la cámara, y las puertas de acceso usualmente en el extremo posterior de la cámara.

5 Bajo estas circunstancias, las separaciones entre agujeros en el extremo posterior eran menores que en el extremo frontal, para introducir más refrigerante líquido, y por tanto mayor refrigeración, en la parte posterior, en la que era de suponer que la carga térmica fuese mayor.

10 Sin embargo, se halló que bajo muchas condiciones tales separaciones de los agujeros de pulverización no proporcionaban en toda la cámara de almacenamiento de alimentos las temperaturas uniformes necesarias para una refrigeración ideal durante el tránsito. Desde luego,
15 la importancia de la uniformidad de temperatura varía algo con el tipo de producto perecedero a refrigerar, pero es especialmente ventajosa con ciertos alimentos que requieren una refrigeración en un intervalo de temperaturas estrecho para evitar un deterioro excesivo, y que no pueden ser congelados. Por ejemplo, en el servicio "a larga distancia"
20 que se necesita para transportar productos frescos desde las áreas de crecimiento en el oeste o sur, hasta la región de los mercados del este, la temperatura de la cámara de almacenamiento ha de ser mantenida por encima de aproximadamente
25 mente 0°C, para evitar daños por congelación, y por debajo de aproximadamente 7°C para una duración del transporte de hasta 5 días.

30 Un objeto de la invención es proporcionar un método y aparato perfeccionados para la refrigeración de productos perecederos durante el tránsito.

346105



Otro objeto es proporcionar tal método y aparato, donde se pulveriza un gas licuado en una cámara de almacenamiento de productos perecederos, bajo condiciones tales que toda la cámara es mantenida a una temperatura predeterminada sustancialmente uniforme, durante un periodo largo.

Estos y otros objetos serán evidentes por la exposición que sigue, reivindicaciones adjuntas, y dibujos, en los que:

La fig. 1 es un gráfico que muestra la relación entre la densidad de una mezcla de nitrógeno gaseoso-líquido, como ordenadas, representada frente a la fracción de masa de vapor en la masa total de fluido.

La fig. 2 es un gráfico que muestra la relación entre diversas separaciones de agujeros de pulverización, en un conducto superior de pulverización o suministro, y la distancia longitudinal entre extremos, en la cámara de almacenamiento de productos perecederos.

La fig. 3 es un gráfico que muestra la relación entre la temperatura media del espacio de aire, y la distancia longitudinal entre extremos, en la cámara de almacenamiento, para diversos puntos de control de temperatura.

La fig. 4 es un gráfico similar a la fig. 3, ilustrando la uniformidad de temperatura en la cámara de almacenamiento, conseguida mediante la presente invención.

La fig. 5 es un diagrama esquemático de flujo de un nuevo aparato adecuado para llevar a la práctica el método de refrigeración durante el tránsito, de la invención.

346 105



La fig. 6 es una vista esquemática en planta, mirando hacia abajo, de una forma modificada del aparato de la fig. 5.

5 La fig. 7 es una vista esquemática en planta, mirando hacia abajo, de un sistema de refrigeración durante el tránsito, modificado, de la invención, donde el conducto de líquido-vapor está unido al punto medio longitudinal del conducto de pulverización, y las puertas de acceso están en la sección media de la cámara.

10 La fig. 8 es una vista esquemática en planta, mirando hacia abajo, de otro sistema de refrigeración durante el tránsito, de la invención, donde una porción controlada del refrigerante líquido es evaporada por estrangulación.

15 La fig. 9 es una vista longitudinal, tomada en sección recta parcial, de un conducto superior que contiene medios de turbulencia de flujo, para mezclar las fases líquida y vapor del refrigerante, y

20 la fig. 10 es una vista por el extremo, tomada en sección recta, del conducto de la fig. 9, según la línea 10-10.

25 Se ha descubierto que se pueden conseguir los objetos anteriores evaporando una cantidad de líquido de bajo punto de ebullición suficiente para formar una mezcla líquido-vapor que contenga aproximadamente de 8 a 50% en peso de vapor, la cual es pulverizada luego en la cámara de almacenamiento. Este descubrimiento se basa en el reconocimiento de que la densidad de los gases licuados de bajo punto de ebullición, en el conducto de pulverización superior de los sistemas usuales de refrigeración du-

30



rante el tránsito, por pulverización de líquido, varía con-
 siderablemente, tanto en lo que respecta al tiempo de ope-
 ración de cualquier punto concreto entre los extremos de
 entrada y descarga, como en los diversos puntos a lo largo
 del conducto. Esta diferencia de densidad explica en gran
 parte las indeseadas diferencias de temperatura existentes
 en las diversas secciones o zonas de la cámara de almacena-
 miento. Es decir, en el conducto de pulverización superior
 tiene lugar algo de evaporación, debido a la entrada de ca-
 lor desde el ambiente, y el grado de evaporación y la den-
 sidad del fluido dentro del conducto de pulverización va-
 rían considerablemente si el fluido suministrado por el ex-
 tremo de entrada del conducto es 100% líquido. Así, el
 fluido pulverizado por las aberturas del conducto, en el
 extremo de entrada del conducto, tiene usualmente una den-
 sidad mayor, y contiene sustancialmente más refrigeración
 que la mezcla fluida pulverizada por las aberturas del con-
 ducto en el extremo opuesto, debido a que ésta puede com-
 prender un tanto por ciento mayor de vapor, y ha perdido
 una porción sustancial de su capacidad de refrigeración.

Cuando se suministra 100% de líquido al con-
 ducto de pulverización superior, se ha hallado que es vir-
 tualmente imposible proporcionar un sistema de pulverización
 de gas licuado de bajo punto de ebullición que mantenga a la
 cámara de almacenamiento a una temperatura predeterminada
 sustancialmente uniforme, por debajo de la temperatura am-
 biente, bajo todas las condiciones típicas que se presentan
 durante el tránsito. Lo mismo sucede si solo tiene lugar
 una pequeña cantidad de evaporación aguas arriba en el con-
 ducto de pulverización, de manera que el fluido que pasa a

346105



este conducto de pulverización, en el sistema usual de pulverización de nitrógeno líquido, pueda contener tanto como 3% de vapor. Este problema de uniformidad de temperatura es debido en gran parte a la gran variación de la densidad del fluido que tiene lugar entre 0% y aproximadamente 8% de fracción de vapor, como se ilustra en la fig. 1. Aunque las curvas de la fig. 1 son para una mezcla de nitrógeno líquido-gaseoso saturado a 0, 0,7 y 3,5 kg/cm² manom., son típicas de los perfiles generales que se obtienen con otros gases licuados de bajo punto de ebullición, tales como, por ejemplo, aire, oxígeno, argon, dióxido de carbono y helio líquidos. Las curvas son también perfiles típicos de estos gases licuados de bajo punto de ebullición a las presiones normalmente empleadas, y adecuadas, para los sistemas de refrigeración durante el tránsito. Por ejemplo, la densidad del nitrógeno líquido saturado a 0 kg/cm² manom. es aproximadamente 820 kg/m³, mientras que una evaporación de solo el 8% reduce la densidad del fluido hasta solo aproximadamente 57 kg/m³.

Otra razón por la que ha sido imposible conseguir una temperatura de refrigeración sustancialmente uniforme en la cámara de almacenamiento es que el sistema ha de ser diseñado para un tipo variable de carga térmica. La carga térmica varía considerablemente en diferentes zonas de la cámara, debido a los diferentes tipos de entrada de calor causados por la temperatura ambiente y la infiltración de aire, así como por las variaciones de carga térmica causadas por la respiración de diversos tipos de productos perecederos. Algunas variedades de productos respiran más que otras, y, desde luego, es deseable proporcio-

346105



13 D

nar un sistema de refrigeración adecuado para virtualmente cualquier tipo de producto perecedero.

Aún otra causa de que haya temperaturas no uniformes en la cámara de almacenamiento es que el flujo de dos fases en el conducto de pulverización superior causa un cambio drástico de densidad, y un cierto grado de pérdida de carga. La mayor cantidad de líquido pulverizado por los agujeros a la entrada del conducto, bajo una presión ligeramente mayor, también se dispersa más en la cámara, y por tanto es más eficaz para enfriar uniformemente el espacio de almacenamiento, en comparación con la menor cantidad de mezcla vapor-líquido pulverizada en el extremo opuesto de la cámara.

Evaporando el líquido suficiente para proporcionar una mezcla vapor-líquido que contenga de 8 a 50% de vapor, y pulverizando la mezcla vapor-líquido resultante por las aberturas espaciadas del conducto superior, se puede mantener la cámara a una temperatura sustancialmente uniforme. Ello es debido a que la mezcla vapor-líquido adopta una densidad relativamente constante en toda la longitud del conducto superior; solo tiene lugar una cantidad pequeña de evaporación adicional entre la entrada y el extremo opuesto del conducto de pulverización. Por ejemplo, haciendo referencia de nuevo a la fig. 1, supóngase que se introduce un fluido de nitrógeno que contiene 8% de vapor, a $0,7 \text{ kg/cm}^2$ manom., por el extremo de entrada del conducto superior, con densidad igual a 81 kg/m^3 , y que es pulverizado parcialmente por las aberturas de este extremo. La mezcla fluida pulverizada por las aberturas del extremo opuesto de este conducto superior puede contener solo apro



ximadamente 11% de vapor, y tener por tanto una densidad igual a 65 kg/m^3 . Este relativamente pequeño cambio de densidad en el conducto permite descargar una proporción sustancialmente constante de mezcla vapor-líquido, como pulverización, por los agujeros de toda la longitud del conducto superior.

Más específicamente, un aspecto de la invención se refiere a un método para conservar productos perecederos durante el tránsito, donde se proporciona un gas licuado de bajo punto de ebullición, a presión, que tiene un punto de ebullición más bajo que -292°C a la presión atmosférica, en un recipiente móvil térmicamente aislado. Este último está asociado con una cámara de almacenamiento térmicamente aislada, móvil, que determina una serie de zonas espaciadas horizontalmente, que se extienden en la longitud de la cámara, con zonas adyacentes asociadas contiguamente entre sí, incluyendo una zona media y zonas de extremos. El gas licuado a presión es suministrado de forma controlable desde el recipiente, y se evapora una porción del líquido suministrado suficiente para formar una mezcla de líquido-vapor que contenga aproximadamente de 8 a 50% de vapor, en peso. Este líquido-vapor, a presión mayor que la atmosférica, es pulverizado en forma de una multiplicidad de corrientes separadas, en cada una de las zonas de la cámara de almacenamiento, para enfriar uniformemente a las zonas y mantener en toda la cámara un intervalo de temperatura uniforme elegido, por debajo de la temperatura ambiente.

Se debe entender que el método antes descrito se refiere a un estado normal de condiciones de equili-

346105



5 brio cíclico, y no a condiciones transitorias durante el
periodo inicial de enfriamiento. Una vez cargado el pro-
ducto perecedero en la cámara de almacenamiento, se pone
en servicio el sistema de refrigeración, y durante el pe-
riodo inicial de funcionamiento puede evaporarse todo el
líquido suministrado, en el conducto superior. Así, du-
rante este corto periodo transitorio, se descarga por las
aberturas de pulverización un fluido con una fracción gran-
de de vapor y baja densidad. A medida que se enfrían el
10 conducto de pulverización superior y la tubería de cone-
xión con el recipiente de almacenamiento disminuye la frac-
ción de vapor y aumenta la densidad del fluido. Eventual-
mente, el sistema es enfriado hasta un nivel al que los di-
versos componentes adoptan temperaturas relativamente cons-
15 tantes, y se estabiliza la porción de líquido evaporado
aguas arriba en el conducto superior. Es bajo estas últi-
mas condiciones cuando la invención requiere un líquido-va-
por que contenga aproximadamente de 8 a 50% en peso de va-
por.

20 El tanto por ciento de pre-evaporación que
tiene lugar antes de pulverizar el fluido en la cámara de
almacenamiento, según la invención, puede variar considera-
blemente, debido a cambios de las condiciones de operación
tales como la temperatura ambiente y la temperatura desea-
25 da para la cámara de almacenamiento. Por ejemplo, una rea-
lización concreta del sistema, que tiene una cierta área
de transmisión de calor aguas arriba en el conducto de pul-
verización, puede trabajar bajo condiciones de gran carga
de refrigeración, tal como manteniendo una baja temperatu-
30 ra de almacenamiento (-29°C) con una temperatura ambiente

346105



elevada (38°C). Bajo estas circunstancias, el líquido se-
 rá descargado frecuentemente del recipiente, y el tanto
 por ciento de vapor de refrigerante formado aguas arriba
 en el conducto de pulverización será relativamente peque-
 5 ño, por ejemplo 8% de vapor, debido a que el conducto de
 alimentación y el conducto de pulverización permanecen
 frios entre los ciclos "de marcha". Sin embargo, si el
 mismo sistema está poco cargado, tal como manteniendo una
 temperatura de la cámara de almacenamiento relativamente
 10 alta (5°C) con una temperatura ambiente baja (10°C), el re-
 frigerante líquido solo será descargado del recipiente con
 poca frecuencia. Bajo estas condiciones, los conductos de
 alimentación y pulverización se calientan considerablemen-
 te entre los ciclos "de marcha", y el tanto por ciento de
 15 evaporación en el tubo de alimentación puede aproximarse
 inevitablemente al 50%. Así, el máximo tanto por ciento
 de pre-evaporación que se encuentra para un sistema concre-
 to de refrigeración según la invención, depende principal-
 mente de la temperatura deseada para la cámara de almacena-
 20 miento, de la temperatura ambiente del exterior y de la ca-
 lidad del aislamiento usado para la cámara de almacenamien-
 to.

Se apreciará que la invención requiere una
 pre-evaporación de al menos 6%, para evitar un cambio ex-
 25 cesivo de densidad en el conducto de pulverización superior,
 y el resultante enfriamiento no uniforme de la cámara de al-
 macenamiento. Por otra parte, la pre-evaporación del refri-
 gerante pulverizado no ha de exceder de aproximadamente 50%,
 para evitar la menos eficaz recuperación del calor latente
 30 de evaporación del líquido.

346105



El líquido puede ser parcialmente evaporado, por ejemplo, por el calor ambiente de la cámara de almacenamiento, por estrangulación desde una primera presión superatmosférica mayor hasta una segunda presión superatmosférica menor, o por una combinación de estos métodos.

Una realización preferida de la invención se refiere a la distribución relativa del líquido-vapor antes descrito, en la cámara de almacenamiento. Se ha hallado inesperadamente que se pueden conseguir esquemas aún más uniformes de temperatura, dentro de la cámara de almacenamiento, introduciendo el líquido-vapor en forma de corrientes de pulverización separadas, con mayor caudal, por unidad de longitud de cámara, en las zonas extremas que en la zona media de la cámara de almacenamiento. Ello es debido a que las cargas térmicas en la cámara son mayores en las zonas extremas opuestas; la carga térmica es mínima en la zona media de la cámara. Para una cámara de almacenamiento relativamente estanca, esto sucede independientemente de donde están situados los medios de acceso a la cámara. Por ejemplo, en un semirremolque de camión, usado como cámara de almacenamiento de productos perecederos, las puertas de acceso están situadas usualmente en el extremo posterior mas alejado del tractor, y el recipiente de almacenamiento de gas licuado está situado usualmente dentro del remolque, en su parte frontal. A pesar de la apertura periódica de las puertas del extremo posterior, y del efecto de enfriamiento del recipiente de almacenamiento de baja temperatura y tubería fría asociada, en el extremo frontal de la cámara, la carga térmica en cada extremo es algo mayor que en la porción media. Como otra ilustración, considérese el vagón

346105



de ferrocarril refrigerado ordinario, que tiene puertas de acceso en la zona media de la cámara y el recipiente de almacenamiento de líquido en un extremo. De nuevo, se ha hallado que en este conjunto las cargas térmicas son mayores en las zonas extremas y menores en la zona media, a pesar de la exposición periódica directa de esta última al ambiente exterior.

5

Se cree que la razón principal de este fenómeno es que las zonas extremas de la cámara tienen un área superficial adicional que falta en la zona media. Estas áreas superficiales admiten cantidades sustanciales de calor del ambiente exterior, a pesar del uso de aislamiento térmico en las paredes de la cámara de almacenamiento. Esta entrada continua de calor es usualmente mucho mayor, en cantidad, que el calor introducido por grietas de los medios de acceso, independientemente de dónde estén situados éstos. La entrada de calor por el área superficial extrema es suficiente para proporcionar una influencia importante en la distribución de cargas térmicas dentro de la cámara de almacenamiento.

10

15

20

Se debe entender que, tal como aquí se usan los términos, las dos zonas o secciones extremas y la zona media no tienen necesariamente longitudes iguales, pero la zona media está situada siempre entre las zonas extremas.

25

Además, en la realización preferida antes descrita, los caudales de refrigerante introducidos en las zonas extremas no son necesariamente iguales, pero siempre son mayores que el caudal introducido en la zona media. En la práctica real, el caudal de refrigerante introducido en la zona extrema más alejada de la entrada al conjunto de pulveriza-

30

346105

13 DIC



ción es preferiblemente mayor que el caudal de la zona más próxima a la entrada del fluido. Ello es debido a que este último contiene menos vapor, y por tanto tiene mayor capacidad de enfriamiento.

5

La distribución preferida de aberturas de pulverización en el conducto superior que se extiende a lo largo de toda la longitud, de extremo a extremo, de la cámara de almacenamiento, se ilustra en el gráfico de la fig. 2. Para los fines de este gráfico, la cámara de almacenamiento se puede considerar dividida en 8 secciones longitudinales. Las ordenadas son los tantos por ciento del área total de orificios, o área de aberturas de pulverización del conducto, que se encuentran en cada sección de $1/8$ de la longitud, y las abscisas son los tantos por ciento de la longitud total del conducto superior, medida desde la entrada o extremo de suministro de fluido al conducto. En estos conjuntos concretos, el líquido-vapor fué introducido por el extremo frontal de la cámara de almacenamiento para la curva A, y por el extremo posterior de la cámara para las curvas B y C. El conducto superior, para la curva A, era una tubería de latón de 9,5 mm de diámetro interior, y las aberturas de pulverización eran agujeros de 1,6 mm de diámetro, practicados en la tubería formando ángulos de 20° por debajo de la horizontal, sobre lados consecutivamente alternados de la tubería. Los conductos superiores para las curvas B y C eran de aluminio, de 19 mm de diámetro exterior, con agujeros practicados de forma similar.

10

15

20

25

30

La curva A de la fig. 2 se refiere a la distribución usual de aberturas de pulverización en el conduc-



to superior de suministro que tiene el punto de alimentación de líquido-vapor en el extremo frontal, con separaciones entre agujeros progresivamente menores a medida que se vá desde el extremo frontal de la cámara hacia el posterior.

5 Las curvas B y C de la figura 2 muestran las distribuciones típicas de las aberturas de pulverización, para conductos superiores de suministro para los cuales una porción del gas licuado es pre-evaporada aguas arriba del conducto según la invención. La curva B muestra una distribución intermedia de aberturas de pulverización, y la curva C es la
10 distribución preferida de aberturas de pulverización para las cámaras de almacenamiento. Por inspección de las formas de las curvas B y C, será evidente que preferiblemente se proporciona la mayor área de aberturas de pulverización en aquella porción del conducto más separada del punto de
15 alimentación del líquido-vapor, se proporciona un área de aberturas de pulverización más pequeña en la porción adyacente al punto de alimentación, y la menor área de aberturas de pulverización está en la zona o sección media de la
20 cámara. Por ejemplo, en el primer octavo de longitud del conducto superior (desde el extremo de suministro del refrigerante), las porciones medias del área total son las siguientes: curva A, 8,3%; curva B, 11,2%; y curva C, 6,9%. En la cuarta parte de la longitud del conducto (entre
25 37,5 y 50% de la longitud del conducto superior), las porciones medias del área total de aberturas de pulverización son las siguientes: curva A, 9,3%; curva B, 2%; y curva C, 3,5%. En la última longitud del conducto (entre
30 87,5 y 100% de la longitud del conducto superior), las porciones medias del área total de aberturas de pulverización



son las siguientes: curva A, 22,2%; curva B, 32,8%; y curva C, 36,8%,

La dificultad de conseguir una distribución uniforme de temperaturas usando el sistema usual de pulverización superior de nitrógeno líquido, en las cámaras de almacenamiento con refrigeración, se ilustra en el gráfico de la fig. 3, junto con la superior distribución de temperaturas que se puede conseguir con la presente invención. En todos los casos se usó una cámara de almacenamiento del tipo de puerta posterior, y se pulverizó nitrógeno líquido por aberturas espaciadas de 1,6 mm de diámetro, en un solo conducto superior de aluminio, de 19 mm de diámetro exterior. Las aberturas estaban orientadas a 20° de la horizontal, igual que para el aparato de la fig. 10. En todos los casos se usó un elemento termostático de bulbo detector, para guiar y controlar el flujo de nitrógeno líquido desde el recipiente de almacenamiento hasta el conducto superior de pulverización, a una temperatura elegida de punto de control ("PC"). Este bulbo fué situado cerca del extremo frontal de la cámara, para algunos ensayos, y cerca del extremo posterior para otros ensayos, como se ilustra en la fig. 3. En el sistema usual en que se basa la curva D, el nitrógeno líquido fué descargado directamente del recipiente de líquido, a una presión de aproximadamente 1,4 kg/cm² man., y a -184°C, y fué introducido en el conducto superior de pulverización, por el extremo posterior de la cámara de almacenamiento, con una evaporación no mayor del 3%. La distribución de aberturas de pulverización a lo largo del conducto fué idéntica a la curva A de la fig. 2. La temperatura del punto de control, definida como la temperatura del



espacio de aire existente en las proximidades del bulbo termostático, era aproximadamente igual a -18°C . Por la curva D, es evidente que hubo una desviación considerable respecto al punto de control, en las diversas secciones de la cámara de almacenamiento. Por ejemplo, la temperatura disminuyó hasta aproximadamente -25°C cerca de la sección central, y se elevó hasta aproximadamente -12°C cerca del extremo posterior o lejano de la cámara de almacenamiento.

En contraste, las curvas E, F y G de la figura 3 muestran el perfeccionamiento que se puede conseguir evaporando una porción suficiente del nitrógeno líquido suministrado, para formar un líquido-vapor que contenga al menos aproximadamente 8% de vapor, y pulverizando este fluido por las aberturas que tienen la distribución de área de sección transversal que se muestra en la curva B de la fig.

2. El líquido fué evaporado parcialmente en un conducto no aislado que se extiende desde el extremo frontal al posterior de la cámara de almacenamiento, debido al calor del ambiente de la cámara de almacenamiento, y luego fué introducido en el conducto superior de pulverización, por el extremo posterior de la cámara, como se ilustra en la fig. 5.

El conducto de suministro de líquido-vapor tenía 19 mm de diámetro en las curvas E y G, y 25 mm de diámetro en la curva F, con el punto de control a aproximadamente -18°C para E y F. Para la curva G, el punto de control era -4°C . En todos los casos, la temperatura media del espacio de aire de las curvas E, F y G solo varió en aproximadamente $2,2^{\circ}\text{C}$ del punto de control de la porción posterior de la cámara de almacenamiento, lo que fué un claro perfeccionamiento frente a la desviación usual entre las temperaturas

346105



de la parte posterior y del espacio de aire, que es de hasta 5,6°C (véase curva D). Sin embargo, hubo poco perfeccionamiento en tal desviación de la temperatura del espacio de aire, en el extremo frontal de la cámara de almacenamiento, para las curvas E y F, en comparación con la curva D.

Esta limitación fué superada en otra realización preferida de la invención, en la que el líquido-vapor es mezclado tras la operación de evaporación parcial, y antes de las operaciones de pulverizar el líquido-vapor en forma de una multiplicidad de corrientes separadas, en las diversas zonas de la cámara de almacenamiento. Se cree que la operación de evaporación parcial, sola, produce un esquema de flujo de fluido estratificado, dentro del conducto superior de pulverización, con lo que la porción de vapor rodea a un núcleo de líquido que se extiende a lo largo de la primera porción del conducto, más próxima al extremo de alimentación. Para evitar tal flujo anular o estratificado, y proporcionar un esquema de flujo uniforme, con un fluido de densidad relativamente constante a lo largo de todo el conducto superior de pulverización, se usan preferiblemente medios de mezcla, o promotores de turbulencia, dentro de toda la longitud de este conducto.

Un mezclador adecuado puede comprender una tira de material plano delgado, doblado en forma de espiral e insertado en el conducto superior de pulverización, siendo la longitud de onda de la espiral aproximadamente de 30 a 38 cm (véase fig. 9). Usando este mezclador en forma de espiral, se obtuvo la distribución de temperaturas de la fig. 4, más perfeccionada, usando un tubo cambiador de



calor de 25 mm de diámetro exterior, extendiendo la longitud de la cámara, y un conducto superior de pulverización de 19 mm de diámetro exterior, con aberturas de 1,6 mm de diámetro espaciadas como se muestra en la curva C de la fig.

5 2. Como se muestra en la fig. 4, para puntos de control de aproximadamente 3°C (curva H), -9°C (curva I) y -22°C (curva J), la desviación media de la temperatura del espacio de aire no fué mayor de aproximadamente 1,7°C, en cualquier punto dentro de la cámara de almacenamiento.

10 Para distribuir con más eficacia el gas licuado de bajo punto de ebullición, en forma de pulverización, dentro de la cámara de almacenamiento, preferiblemente se suministra el líquido a temperaturas correspondientes a una presión de vapor mayor que aproximadamente 0,7
15 kg/cm² manom., con todo el líquido y vapor sustancialmente en equilibrio en el recipiente de almacenamiento. Como se describe en la solicitud de patente de los Estados Unidos, nº 328.356, presentada el 5 de diciembre de 1963 en nombre de J.J. Kane y otros, y que se incorpora aquí en la medida
20 pertinente, el líquido está saturado bajo estas condiciones, y puede ser suministrado de forma controlable desde el recipiente, mediante esta presión de vapor. El líquido puede ser cargado en el recipiente de almacenamiento en estado saturado, o puede ser cargado en él en estado subenfriado. En este último caso, el líquido almacenado puede
25 ser calentado por cualquier medio conveniente, tal como, por ejemplo, puesta a presión con gas, entrada de calor atmosférico, o una combinación de estos medios.

30 La fig. 5 ilustra una realización de aparato de la invención, en la que se dispone una cámara 11 de almacenamiento, móvil, térmicamente aislada, para unos productos



12 perecederos apilados en ella. Esta cámara 11 puede ser de construcción normal para las cámaras típicas de refrigeración móviles, por ejemplo con paredes exteriores de chapa de aluminio reforzado, paredes interiores de paneles de contrachapado, y material aislante, de amianto, entre las dos paredes. La cámara no necesita ser estanca al aire, ya que se necesitan medios de acceso, tales como unas puertas 13 posteriores, para introducir y retirar los productos perecederos. Aunque la función primordial de la cámara 11 de almacenamiento consiste en refrigerar los productos perecederos, los gases licuados preferidos, tal como nitrógeno, también controlan la atmósfera dentro de la cámara, y proporcionan una capa protectora inerte que rodea al producto 12. De esta forma se reduce su velocidad de respiración y se retrasa la velocidad de deterioro, independientemente de la refrigeración.

Asociado con la cámara 11 de almacenamiento se encuentra un recipiente 14 móvil, de doble pared, térmicamente aislado, para almacenar un gas licuado de bajo punto de ebullición, a presión, que tiene un punto de ebullición a presión atmosférica menor que aproximadamente -80°C . La construcción de tales recipientes es bien conocida, y está indicada, por ejemplo, en la patente EE.UU. n.º 2.951.348, de Loveday y otros. El recipiente 14 está representado dentro de la cámara 11 de almacenamiento, pero también puede estar situado fuera de esta cámara. En el recipiente 14 se incluye una carcasa exterior que rodea completamente al recipiente de almacenamiento, interior, para formar entre ellos un espacio de aislamiento en el que se puede hacer el vacío. Este espacio está preferiblemente



lleno de un material sólido que sea aislante térmico eficaz, tal como, por ejemplo, capas alternadas de barreras impermeables a la radiación, tal como chapa de aluminio se
parada por una capa fibrosa de baja conductividad, tal como,
5 por ejemplo, fibras de vidrio. Este aislamiento, de
eficacia particularmente grande, está descrito en la patente
de EE.UU. nº 3.007.596 de L.C. Matsch. Entre otros materiales
aislantes adecuados se incluyen capas de poli (tereftalato de etileno) revestido de aluminio. Como alternativa,
10 va, se puede emplear un material de aislamiento en polvo,
tal como, por ejemplo, perlita o sílice finamente dividida.

Para eliminar los gases que se acumulan en el espacio de aislamiento en que se hace el vacío, se puede
15 disponer en él un material adsorbente, tal como, por ejemplo, zeolita A cálcica, o un material rarefactor, tal como, por ejemplo, bario en polvo, para conservar alto nivel de calidad de aislamiento.

Los gases licuados de bajo punto de ebullición que son adecuados para ser usados como refrigerantes
20 en la presente invención son aquellos que tienen un punto de ebullición, a presión atmosférica, menor de aproximadamente -29°C . Son ejemplos de tales gases licuados el aire líquido, argón líquido, dióxido de carbono líquido, helio líquido y nitrógeno líquido. Se prefiere el nitrógeno líquido
25 debido a su inercia y relativa facilidad de separación del aire. Aunque la discusión siguiente se refiere específicamente al nitrógeno, se ha de entender que todos los gases antes mencionados son adecuados.

30

El recipiente de almacenamiento que está

346105



dentro del recipiente 14 de almacenamiento se llena de nitrógeno líquido, por medios bien conocidos en la técnica anterior, tal como, por ejemplo, conectando a la válvula 16 de llenado una fuente de nitrógeno licuado, almacenado a presión mayor que la atmosférica, y abriendo la válvula 16, con lo que se permite la transferencia de nitrógeno licuado desde el depósito de almacenamiento, por el conducto 18, al recipiente 14. Si el nitrógeno líquido está almacenado a una presión menor que la presión de funcionamiento del recipiente 14, el conducto 18 de transferencia desde la fuente de líquido estaría conectado a una bomba adecuada, y usualmente se añadiría calor adicional al líquido a presión, antes de transferirlo al recipiente 14. Como se ha indicado anteriormente, el nitrógeno líquido se carga preferiblemente en el recipiente 14, y es almacenado en él bajo condiciones de saturación y a temperaturas correspondientes a una presión de vapor mayor que $0,7 \text{ kg/cm}^2$ manom., con todo el líquido y vapor sustancialmente en equilibrio.

Antes de iniciar la operación de llenado se abre un sistema de grifo de prueba y purga, que se extiende hasta el recipiente interior de almacenamiento del recipiente 14, y se emplea para indicar cuando está lleno el recipiente 14. En este punto, la válvula 16 y el sistema de grifo de prueba y purga se cierran simultáneamente. Preferiblemente, este último se cierra inmediatamente después de cesar la operación de llenado, para que la presión de vapor dentro del recipiente 14 no disminuya hasta por debajo de la presión de operación inicial. Debido a que no hay ninguna cantidad apreciable de entrada de calor al recipiente interior de almacenamiento del recipiente 14, debido a

346105



la gran calidad del aislamiento, el nitrógeno líquido almacenado solo puede ser administrado por la presión de vapor, al menos igual a $0,7 \text{ kg/cm}^2$ manom., creada en el momento del llenado, en una realización preferida. Por tanto, cualquier fuga por el sistema de grifo de prueba y purga, causada por no cerrarlo con suficiente rapidez, producirá dentro del recipiente 14 una presión de vapor por debajo de la presión inicial de operación, y por tanto no se conseguirá tan fácilmente la utilización total de los efectos de refrigeración del nitrógeno líquido almacenado.

Se ha hallado que a presiones de operación menores que aproximadamente $0,7 \text{ kg/cm}^2$ manom., disminuye notablemente la velocidad de extracción de nitrógeno líquido del recipiente 14, lo que tiene como resultado que se necesite un periodo de tiempo mucho mayor para enfriar la cámara 11 de almacenamiento. En lo que se refiere a un límite superior de presión, a presiones mayores que aproximadamente 7 kg/cm^2 manom., las características de efecto retardado inherentes a los elementos de detección de temperatura conocidos en la actualidad no permitirán un control adecuado de la extracción del nitrógeno líquido. Antes de que un sistema de control dependiente de la temperatura pueda ser activado para detener la extracción de nitrógeno líquido, a presiones mayores que aproximadamente 7 kg/cm^2 , la temperatura de la atmósfera de la cámara de almacenamiento probablemente disminuiría excesivamente, quizá hasta aproximadamente -46°C o más bajo. Ordinariamente no se requieren unas temperaturas tan bajas, y pueden ser intolerables para algunos productos almacenados; además, el establecimiento de tal temperatura produce un desperdicio de los

346105



efectos refrigerantes del nitrógeno líquido. Por estas razones, el intervalo preferido de presión de operación, de este sistema móvil de refrigeración, está comprendido entre aproximadamente 0,7 y 7 kg/cm² manom.

5 Durante la operación de llenado, es probable que la presión de vapor exceda de la presión inicial de operación. Si sucede tal cosa, el interruptor 20, sensible a la presión, que comunica por el conducto 21 con el espacio de vapor dentro del recipiente 14, activará a la
10 válvula 22 de fase vapor, permitiendo así que el exceso de vapor escape de dentro del recipiente 14 por el conducto 23, hasta la cámara 11 de almacenamiento. Bajo condiciones de operación normales, una vez completada la operación de llenado, la presión de vapor dentro del recipiente 14
15 no excederá de la presión de operación deseada, dado que la fuga de calor a través del aislante antes mencionado, que provocaría esta acumulación de presión, es despreciable. Sin embargo, si la presión se acumula excesivamente más allá de la presión inicial de operación, se proporcionan medios adecuados para reducirla, que están indicados
20 de forma general en 24, para permitir que el exceso de vapor escape si la válvula 22 es incapaz de reducir la presión con suficiente rapidez. El manómetro 24a está conectado al conducto 21, indicando así visualmente la presión
25 de operación dentro del recipiente 14.

El conducto 25 de descarga de líquido está unido por un extremo al recipiente 14 de almacenamiento de líquido, y por otro extremo a los medios 26 de intercambio de calor, que tienen un área superficial suficiente para
30 evaporar al menos el 8% del fluido de entrada. Estos medios

346105



según se representa en la fig. 5, comprenden un tubo que se extiende sustancialmente por toda la longitud de la cámara 11 de almacenamiento, desde el extremo frontal al posterior, y dispuesto en la porción superior de tal cámara.

5 El calor necesario es suministrado al cambiador de calor 26 desde el gas ambiente que le rodea. También se dispone un conducto 27 de líquido-vapor, con un primer extremo unido al extremo de descarga del conducto 26 cambiador de calor. Como se ilustra, el conducto 27 está situado en el

10 extremo posterior de la cámara 11 de productos perecederos. Un conducto 28 de pulverización está unido al segundo extremo del conducto 27 de líquido-vapor, y está situado y dispuesto en la porción superior de la cámara 11 de almacenamiento. El conducto 28 se extiende sustancialmente por toda

15 la longitud de la cámara 11 de almacenamiento, y está provisto de aberturas 29 espaciadas a lo largo de su longitud. Estas aberturas 29 descargan una multiplicidad de corrientes separadas de líquido-vapor, a presión mayor que la atmosférica, en la cámara de almacenamiento, enfriando uniformemente toda la cámara, hasta una temperatura menor que

20 la atmosférica. Aunque el conducto 28 de pulverización y el cambiador de calor 25 se muestran como situados cerca del centro de la cámara 11 de almacenamiento, en la dirección transversal, pueden estar situados en cualquier parte de la

25 porción superior de esta cámara, tal como cerca de una pared lateral.

En algunos casos se prefiere el uso de aislamiento térmico alrededor del conducto 28 de pulverización, e incluso se recomienda su uso alrededor de los conductos 26

30 y 27 intercambiadores de calor, para perfeccionar su compor

346105



tamiento global y evitar que se congele el producto almacenado adyacente, durante y después de la operación del sistema. En el conducto 28 de pulverización se usaría un aislamiento de buena calidad, para evitar sustancialmente la transmisión de calor al refrigerante que se encuentra en él, y restringir así el cambio de densidad del fluido en este conducto. En el conducto 26 intercambiador de calor y conducto 27 de conexión se emplearía un aislamiento térmico de menor calidad, para permitir que entrase el calor suficiente para evaporar la porción de líquido deseada, y mantener simultáneamente una temperatura exterior por encima de la de congelación, para evitar la formación de hielo en la superficie exterior y congelación del producto almacenado adyacente.

También se disponen medios de control del caudal de gas licuado, incluyendo un elemento 35 detector de temperatura, tal como, por ejemplo, un bulbo situado dentro de la cámara 11 de almacenamiento. Este bulbo 35 está conectado a un controlador 37 de temperatura, por unos medios 36 transmisores de señales, y los medios 38 transmisores de señales proporcionan comunicación entre el controlador y la válvula 39 de fase líquida, en el conducto 25 de descarga de líquido. Los medios de control de caudal pueden ser accionados eléctrica o neumáticamente, como se describe en detalle en la solicitud de Kane y otros, antes mencionada, serie nº 328.356. Si hubiese un fallo en la red eléctrica o neumática, se han dispuesto medios para dirigir el nitrógeno líquido a la cámara 11 de almacenamiento. Se puede abrir manualmente una válvula 40 de derivación de emergencia, permitiendo así que el nitrógeno líquido



do circule por el conducto 25 de descarga de líquido hasta el conducto 42 ramificado, y desde allí al conducto 26 intercambiador de calor, en la unión con el conducto 25 de descarga de líquido.

5 El sistema de refrigeración funciona de la siguiente forma:

10 Cuando la temperatura de la atmósfera de la cámara 11 de almacenamiento se eleva por encima de un nivel predeterminado, por ejemplo -18°C para alimentos congelados o aproximadamente 2°C para productos frescos, según se detecta mediante el elemento 35, se transmite una señal del controlador 37 por el conducto 38, abriendo la válvula 39. Entonces circula nitrógeno líquido desde el recipiente 14 de almacenamiento, por el conducto 25, hasta el conducto 26 intercambiador de calor, donde se evapora una porción del líquido descargado, suficiente para formar un líquido-vapor que contenga al menos 8% de vapor. La evaporación parcial tiene lugar en virtud de un intercambio de calor con el gas del ambiente, más caliente, que rodea al conducto 26 dentro de la cámara 11. A su vez, el gas ambiente enfriado resultante sirve para enfriar uniformemente a las diversas zonas o secciones de almacenamiento, desde el extremo frontal al posterior de la cámara 11.

15 El líquido-vapor resultante es introducido en el conducto 28 de pulverización, que preferiblemente contiene medios de turbulencia para mezclar íntimamente el fluido refrigerante. La mezcla líquido-vapor es pulverizada por las aberturas 29, para la refrigeración durante el tránsito de un producto 12 perecedero, estando preferiblemente espaciadas las aberturas más cerca unas de otras en las secciones extremas

346105



13

frontal y posterior, que en la sección media de la cámara. Por la discusión anterior será evidente que la refrigeración es dispersada dentro de la cámara de almacenamiento tanto por la pulverización como por convección desde las superficies frías del conducto 26 intercambiador de calor, conducto 27 de líquido-vapor y conducto 28 de pulverización.

Siempre que se entre en la cámara 11 de almacenamiento por las puertas 13 del extremo posterior, el aire a temperatura ambiente se difundirá rápidamente por toda la cámara 11 de almacenamiento, desplazando así a la atmósfera fría de la cámara, y elevando la temperatura de la atmósfera de la cámara de almacenamiento. Para evitar que bajo estas circunstancias el controlador 37 de temperatura abra a la válvula 39, se abre un mecanismo limitador, el interruptor 44, que desconecta al circuito del controlador de temperatura. El interruptor 44 puede ser manual o automático, y comunica con el controlador 37 de temperatura por un conducto 45 neumático o eléctrico, transmisor de señales. Debido a que este sistema de refrigeración es capaz de enfriar rápida y económicamente la atmósfera de la cámara de almacenamiento, desde la temperatura ambiente hasta cualquier temperatura baja deseada, proporcional a las propiedades del nitrógeno líquido, por ejemplo -182°C , es satisfactorio desactivar temporalmente el sistema, durante la exposición del interior de la cámara a la atmósfera ambiente.

Las figs. 6, 7 y 8 ilustran diversos conjuntos de cámara de productos perecederos-recipiente de almacenamiento de líquido-conducto intercambiador de calor y de



pulverización, que se pueden construir según la invención. También se podrían usar otras configuraciones. A los elementos correspondientes de estos dibujos se les han asignado los mismos números de referencia usados en la fig. 5.

5

En la realización de la fig. 6 se emplean unos medios 13 de acceso en forma de puertas en el extremo posterior, como en la construcción de la fig. 5, pero el cambiador de calor 26 que se une al conducto 25 de descarga de líquido comprende unos serpentines situados en el extremo frontal de la cámara de almacenamiento. Además, el conducto 27 de líquido-vapor se une al extremo de descarga del cambiador de calor 26 en el extremo frontal de la cámara, y, a su vez, se conecta con el conducto de pulverización en este extremo. Otra característica distintiva de la fig. 6 es que el recipiente 14 de almacenamiento de líquido es rectangular, en vez de cilíndrico.

10

15

20

En la realización de la fig. 7, los medios de acceso son unas puertas 13 en cada lado de la sección media de la cámara 11 de almacenamiento de productos perecederos. Esta última puede parecerse en aspecto, por ejemplo, a un vagón de ferrocarril, adecuado para largos trayectos. El cambiador de calor 26 se extiende desde uno a otro extremo de la cámara 11, y luego vuelve medio camino, hasta la sección media, para conectarse al conducto 27 y unirse con el conducto 28 de pulverización de líquido-vapor. Así, el fluido se divide y circula desde el centro, en direcciones opuestas, hacia cada uno de los extremos de la cámara 11, para ser descargado por aberturas 29 de pulverización, espaciadas en el conducto 28. Igual que en las otras realizaciones ilustradas, las aberturas 29 están espaciadas preferiblemente más cerca unas de otras en las

25

30



secciones de los extremos frontal y posterior, que en la sección media de la cámara de almacenamiento, para que haya en ellas una distribución más uniforme de la pulverización.

5 La fig. 8 ilustra un conjunto de refrigeración durante el tránsito, empleando múltiples recipientes 14 de almacenamiento de gas licuado, que están unidos por tubería de interconexión, para suministrar una fuente continua de líquido hasta que todos los recipientes estén vacíos. Por ejemplo, los recipientes pueden estar interconectados en la forma de flujo en serie descrito y reivindicado en la patente EE.UU. nº 3.241.589, de H.W. Lichtenberger y otros.

15 Otra característica de la fig. 8 es el uso de una válvula 50 de control, para evaporar parcialmente el líquido en el conducto 25 de descarga. Esto se efectúa estrangulando tal líquido, desde una primera presión superatmosférica mayor, hasta una segunda presión superatmosférica menor. El líquido-vapor resultante entra en el conducto 28 de pulverización por el extremo frontal de la cámara, y circula hacia el extremo posterior, para ser pulverizado por las aberturas 29 espaciadas del conducto. Para nitrógeno líquido saturado, como refrigerante, se requiere una presión de aproximadamente 1,6 kg/cm² manom., en los recipientes 14 de almacenamiento, para generar 8% de vapor a presión atmosférica. Sin embargo, usualmente se requiere al menos 0,35 kg/cm² manom. en el conducto 28, para pulverizar el líquido-vapor en la cámara 11, de manera que se necesita una presión en el recipiente aproximadamente igual a 1,95 kg/cm² manom. para proporcionar al menos 8% de vapor

346105



de nitrógeno en la entrada del conducto de pulverización.

Las figs. 9 y 10 ilustran una sección del conjunto de cambiador de calor-conducto de pulverización de la fig. 5, con unos medios 51 de turbulencia de flujo situados dentro del conducto 28 de pulverización. Tales medios pueden comprender una tira de material plano delgado, doblada en forma de espiral de 30 a 38 cm de longitud de onda, e insertada en el conducto 28. En un conjunto construido según la realización de la fig. 5, el conducto 26 intercambiador de calor, de 25 mm de diámetro exterior, tiene 11 m de longitud, y se comunica con un conducto 28 de pulverización de líquido, de 19 mm de diámetro exterior, que tiene 11 m de longitud. Los dos conductos se extienden en toda la longitud, de extremo a extremo, de una cámara de almacenamiento de productos perecederos, y están espaciados aproximadamente 7 cm entre centros. La propia cámara tiene 12,2 m de longitud, 2,4 m de anchura y 2,4 m de altura. El recipiente de almacenamiento de nitrógeno líquido tiene una capacidad de 1140 kg, y está fijado para descargar el líquido a una presión de 1,06 kg/cm² manom.

En vez de la tira 51 en espiral, se pueden usar otros medios de turbulencia. Por ejemplo, se podrían disponer en las paredes laterales del conducto 28 de pulverización unas muescas o depresiones espaciadas de forma adecuada.

Las figs. 9 y 10 muestran también posiciones típicas de las aberturas 29 de pulverización. Se deben orientar formando un ángulo alsa de 0 a 30° bajo la horizontal, y preferiblemente igual a 20°, en relación de separación, en lados alternos respecto a la línea central del



15
5
10
conducto 28. Con esta orientación, la pulverización es dirigida hacia fuera y hacia abajo, hacia las paredes laterales de la cámara de almacenamiento, desde el conducto 28, situado en el centro. Las aberturas de pulverización tienen tal tamaño y están espaciadas de manera que la cantidad de refrigerante descargado por cada abertura es suficiente para absorber la carga térmica impuesta en tal punto. Como se ha indicado antes, las cargas térmicas en los extremos de la cámara son mayores que en la sección media, y se ha hallado que el método más eficaz para hacer adaptar la refrigeración a la carga térmica consiste en espaciar las aberturas de pulverización más próximas entre sí en las secciones de los extremos de la cámara.

15
20
25
En el conjunto preferido de conducto de pulverización, al que se ha hecho referencia antes, construido según la realización de la fig. 5, todas las aberturas de pulverización tienen 1,6 mm de diámetro. Considerando dividido el conducto de pulverización, de 11 m de longitud en tres secciones de longitudes elegidas, hay cinco aberturas en la sección primera o posterior, que comprende el 25% de la longitud, tres aberturas en la sección segunda o media, que comprende 30% de la longitud, y 27 aberturas en la sección última o frontal, que comprende el 45% restante de la longitud del conducto de pulverización. Las separaciones de los agujeros, para este conjunto concreto, se muestran gráficamente como curva C de la fig. 2.

30
El comportamiento perfeccionado obtenido usando la invención fué verificado por una serie de ensayos en campo, hechos usando un prototipo de sistema de refrigeración instalado en un remolque de carretera, construi

346105

13 DEC 1967

do en general como se ilustra en la fig. 5. Una carga de lechugas frescas en cajas (674 cajas) fué transportada en un vagón plano de ferrocarril desde Salinas, California, a Cincinnati, Ohio, en un remolque refrigerado con nitrógeno líquido, provisto de un conducto intercambiador de calor de 25 mm de diámetro exterior, no aislado, y un conducto de pulverización de 19 mm de diámetro exterior, no aislado, provisto de medios para mezclar fluidos, según se ilustra en las figs. 9 y 10. El conducto de pulverización tenía agujeros de 1,6 mm de diámetro, espaciados según la curva C de la fig. 2. La lechuga fué cargada a una temperatura de aproximadamente 19C, y se fijó el controlador para mantener 20C en la parte superior del espacio de almacenamiento. Al cabo de 7 días de tiempo de transporte, el remolque fué descargado en Cincinnati, Ohio. Las temperaturas de la lechuga fueron de 1 a 30C, y el estado de la lechuga era bueno. Esta desviación de temperatura, respecto al punto de control, fué mucho menor que la observada anteriormente cuando se usaba un sistema de refrigeración mediante nitrógeno líquido, sin las características de pre- evaporación ni mezclado, y el producto fué recibido en mucho mejor estado.

Aunque se ha descrito en detalle algunas realizaciones preferidas de la invención, se considera que se pueden hacer modificaciones del método y aparato, y que se pueden emplear algunas características sin otras, todo ello dentro del espíritu y ámbito de la invención. Por ejemplo, este sistema de refrigeración se puede usar también con equipo estático.

Esta solicitud, que corresponde a la presen

346105



tada en Estados Unidos de América, el 17 de Octubre de 1966 bajo el nº 587.314, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

10 1.- Un aparato para conservar productos perecederos durante el transporte, que comprende en combinación: una cámara móvil de almacenamiento, térmicamente aislada, para dichos productos perecederos; un recipiente móvil térmicamente aislado, asociado con la cámara de almacenamiento, para almacenar un gas licuado de bajo punto de ebullición, a presión, que tiene un punto de ebullición
15 a presión atmosférica menor que -29°C , estando el eje longitudinal de dicha cámara de almacenamiento alineado horizontalmente con unas secciones extremas separadas por una sección media; un conducto de descarga de líquido, unido por un extremo al recipiente de gas licuado; medios intercambiables de calor, unidos al otro extremo de dicho conducto de descarga de líquido, para evaporar una porción del líquido descargado suficiente para formar un líquido-vapor que contenga al menos aproximadamente 8% de vapor;



un conducto de líquido-vapor que tiene un primer extremo
unido al extremo de descarga de dichos medios intercambia-
dores de calor; medios de conducto de pulverización, uni-
dos a un segundo extremo de dicho conducto de líquido-va-
5 por, situados y dispuestos en la porción superior de di-
cha cámara de almacenamiento, y extendiéndose sustancial-
mente por toda su longitud, con aberturas espaciadas a lo
largo de la longitud, para descargar una multiplicidad de
corrientes separadas de líquido-vapor, a presión mayor
10 que la atmosférica, en la cámara de almacenamiento, para
enfriar uniformemente toda la cámara por debajo de la tem-
peratura ambiente, estando dichas aberturas del conducto
de pulverización espaciadas de forma más próxima entre sí
en dichas secciones extremas que en dicha sección media;
15 y medios de control del caudal de gas licuado, que compren-
den un elemento detector de temperatura situado dentro de
dicha cámara de almacenamiento, conectándose a dicho ele-
mento detector de temperatura una válvula de control, inter-
puesta en dicho conducto de descarga de líquido de forma
20 que pueda funcionar, para que responda a la temperatura
de la cámara de almacenamiento detectada por tal elemento.

2.- Aparato según la reivindicación 1,
donde dicho cambiador de calor está situado en la porción
superior de dicha cámara de almacenamiento, y se extiende
25 sustancialmente por toda su longitud.

3.- Aparato según la reivindicación 1,
donde dicho conducto de pulverización contiene medios de
turbulencia de flujo.

4.- Aparato según la reivindicación 1,
30 donde se proporciona un material aislante térmico alrede-

346105



16

dor de dichos medios de conducto de pulverización.

5.- Un aparato para conservar productos perécaderos durante el transporte, que comprende en combinación: una cámara móvil de almacenamiento, térmicamente aislada, para dichos productos perécaderos, que tiene secciones extremas alineadas horizontalmente, separadas por una sección media; un recipiente móvil térmicamente aislado, asociado con la cámara de almacenamiento, para almacenar un gas licuado de bajo punto de ebullición, a presión, que tiene un punto de ebullición a presión atmosférica menor que -29°C ; un conducto de descarga de líquido, unido por un extremo al recipiente de gas licuado; medios intercambiadores de calor, unidos al otro extremo de dicho conducto de descarga de líquido, para evaporar una porción del líquido descargado suficiente para formar un líquido-vapor que contiene al menos aproximadamente 8% de vapor; un conducto de líquido-vapor que tiene un primer extremo unido al extremo de descarga de dichos medios intercambiadores de calor; medios de conducto de pulverización, unidos a un segundo extremo de dicho conducto de líquido-vapor, situados y dispuestos en la porción superior de dicha cámara de almacenamiento, y extendiéndose sustancialmente por toda su longitud, y conteniendo medios de turbulencia de flujo para mezclar a dicho líquido-vapor, teniendo dichos medios de conducto de pulverización unas aberturas, espaciadas a lo largo de su longitud, con espaciamientos más próximos en las secciones extremas de la cámara que en la sección media, para descargar una multiplicidad de corrientes separadas de líquido-vapor, a presión mayor que la atmosférica, en la cámara de almacenamiento, con mayores



caudales en dichas secciones extremas que en dicha sección
 media, para enfriar uniformemente toda la cámara, por de-
 bajo de la temperatura ambiente, estando provistos dichos
 medios de conducto de pulverización de un material térmi-
 camente aislante; y medios de control de caudal de gas li-
 cuado, que comprenden un elemento detector de temperatura,
 situado dentro de dicha cámara de almacenamiento, conec-
 tándose a dicho elemento detector de temperatura una vál-
 vula de control, interpuesta en dicho conducto de descar-
 ga de líquido de forma que pueda funcionar, para que res-
 ponda a la temperatura de la cámara de almacenamiento de-
 tectada por tal elemento.

5

10

6.- UN APARATO PARA CONSERVAR PRODUCTOS
 PERECEDEROS DURANTE EL TRANSPORTE.

15

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

Esta Memoria consta de treinta y ocho ho-
 jas escritas por una sola de sus caras.

Madrid,

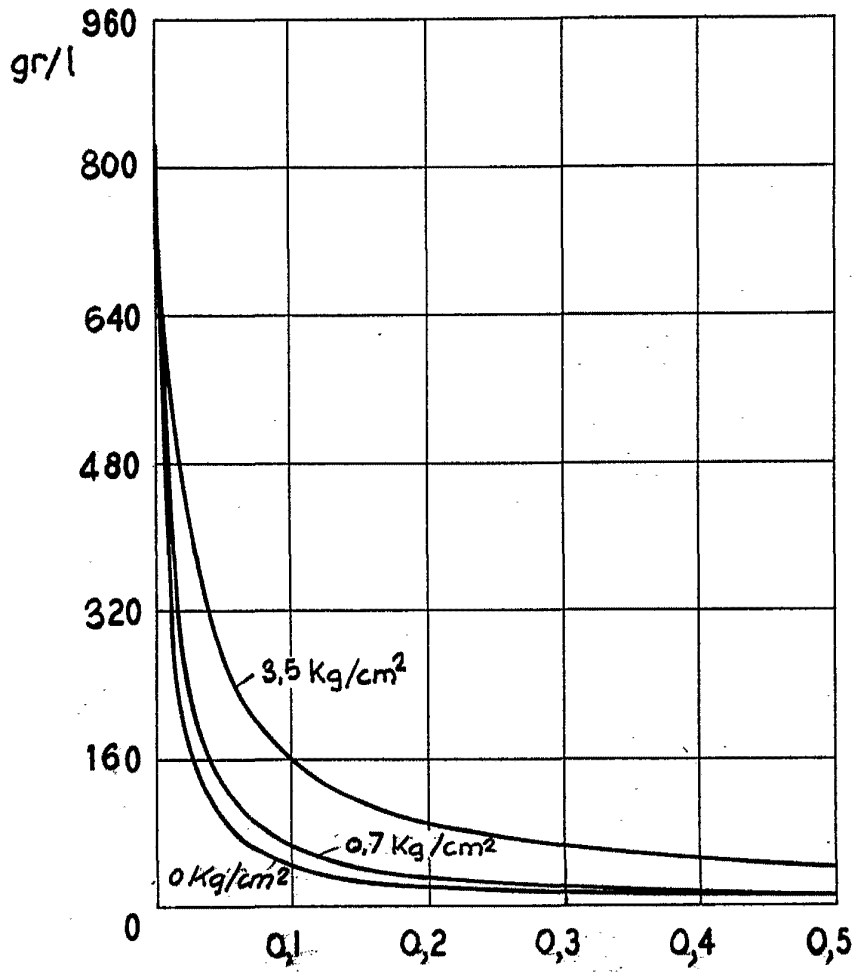
P. A. 15 DIC. 1968

[Handwritten signature]
 Director General de Estudios Científicos y Tecnológicos

346105

346.105

5 PM 46



346105

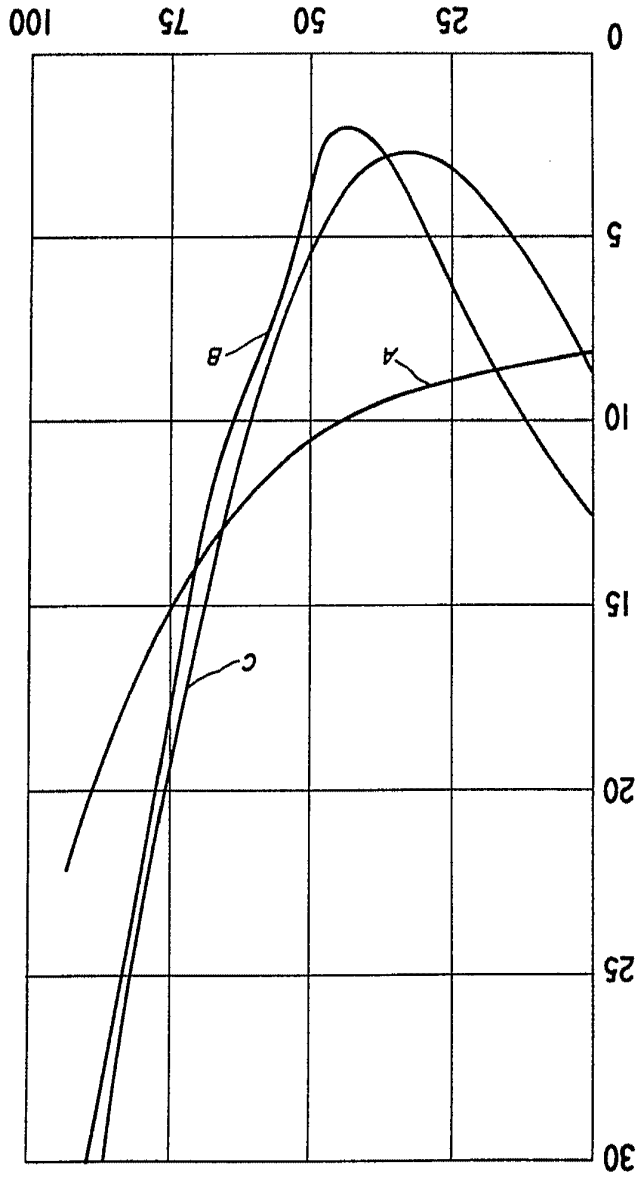
FIG. 1

Alberto de Elzabur
Per Foran

Atty. Gen. L. J. ...
of ...

FIG. 2

346105



346105



346.105

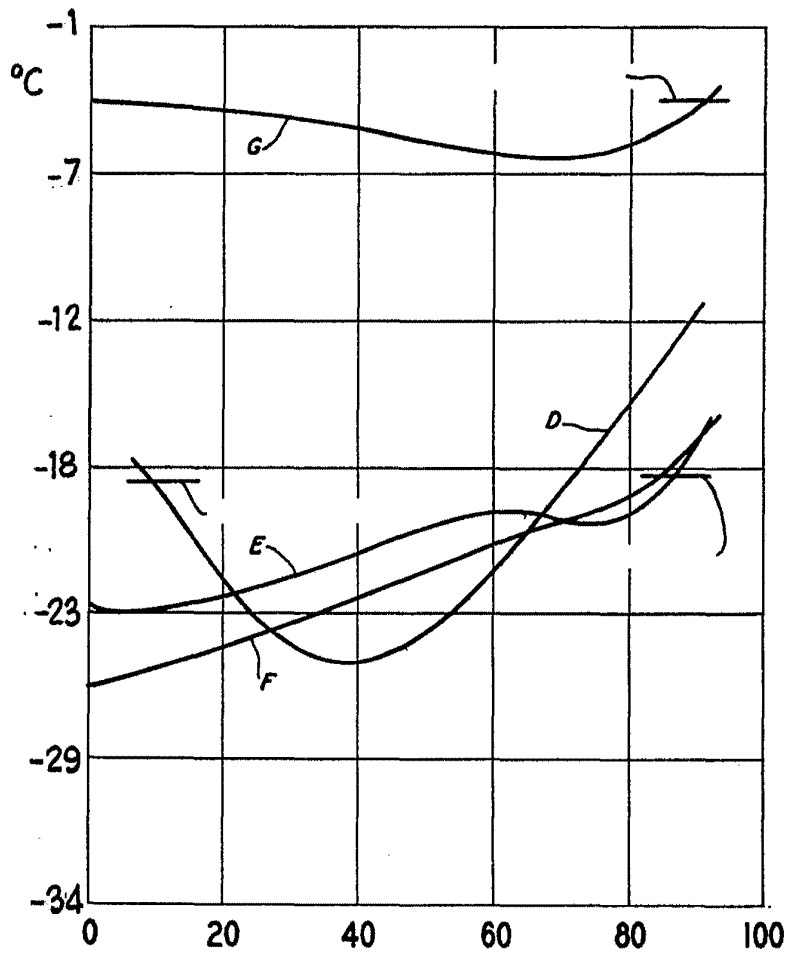
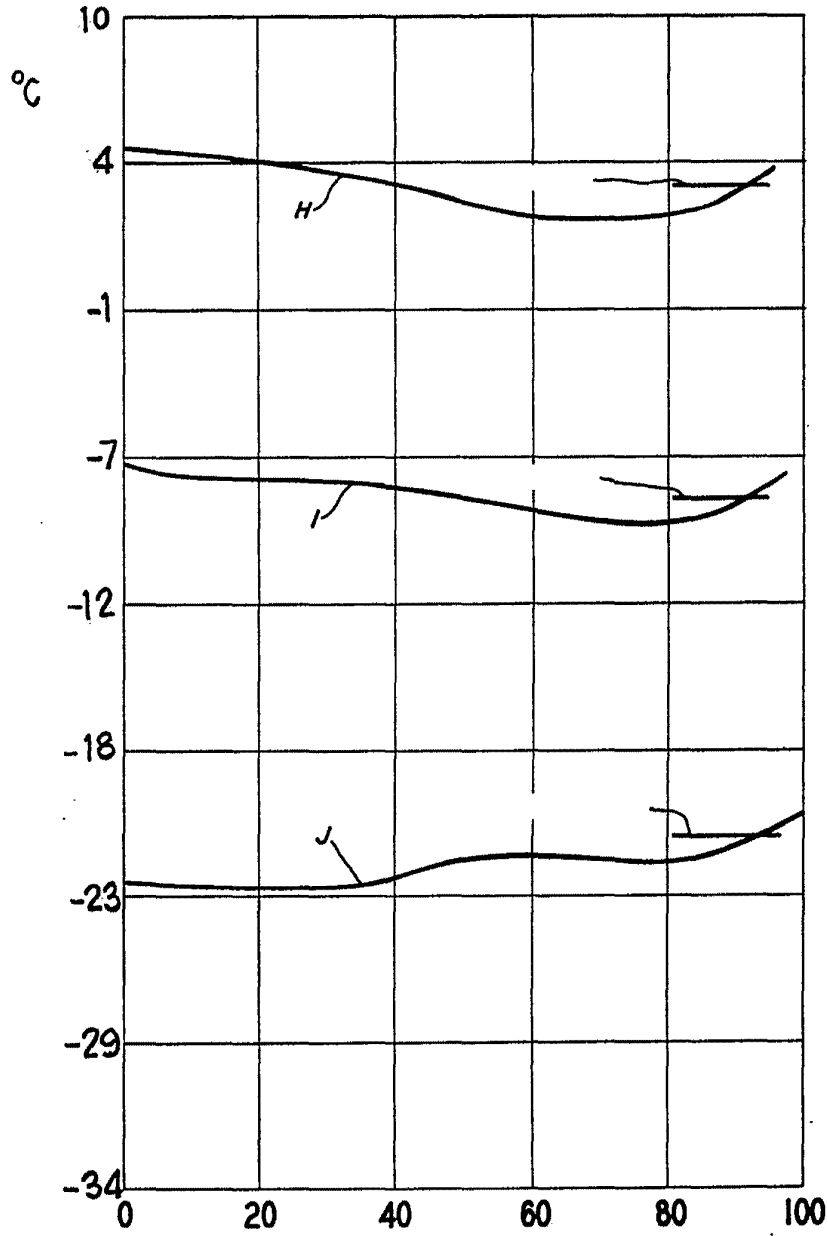


FIG.3 346105

[Handwritten signature]
Union Carbide Corporation

346,105



346105

FIG. 4

Albert G. Elshoff

346,105

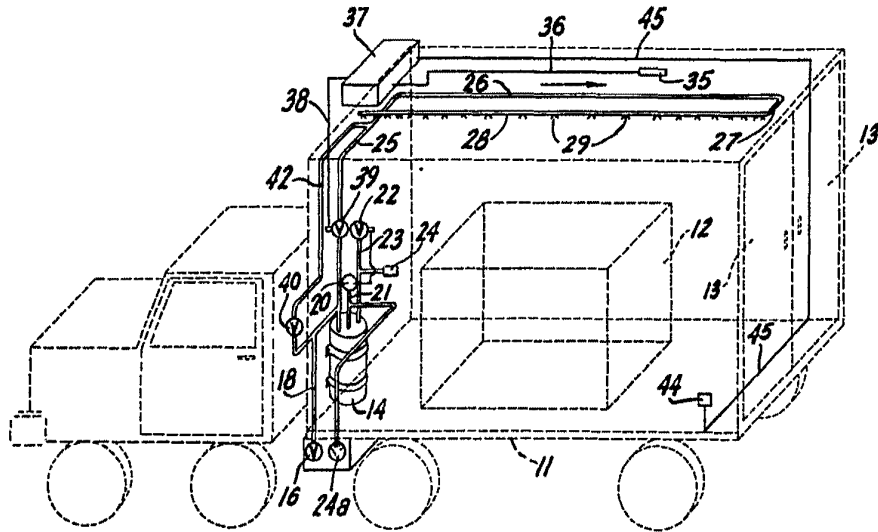
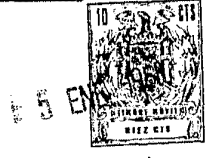


FIG. 5

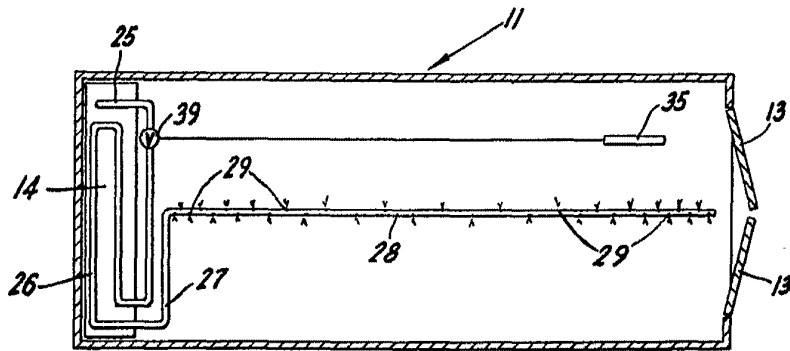


FIG. 6

346105

Handwritten signature

346.105

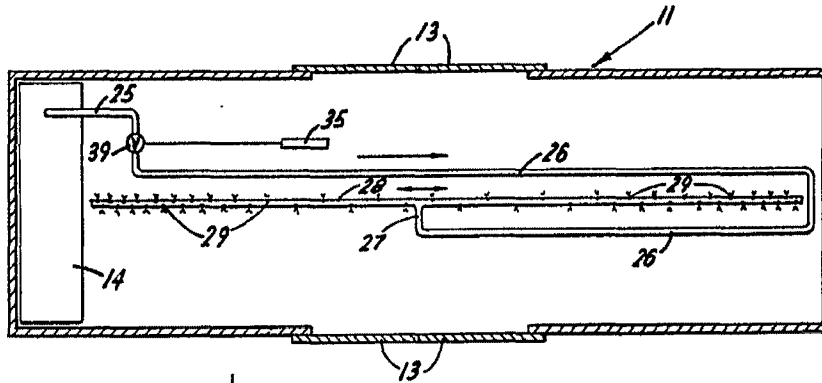


FIG. 7

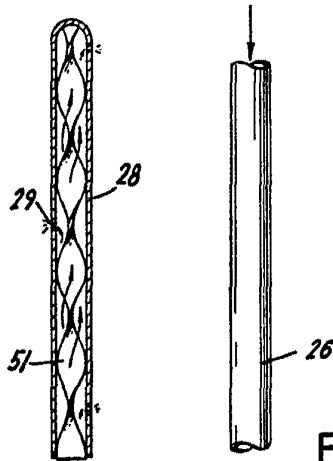


FIG. 9

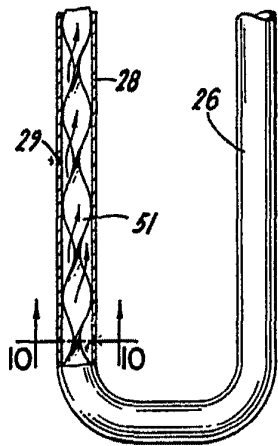


FIG. 10

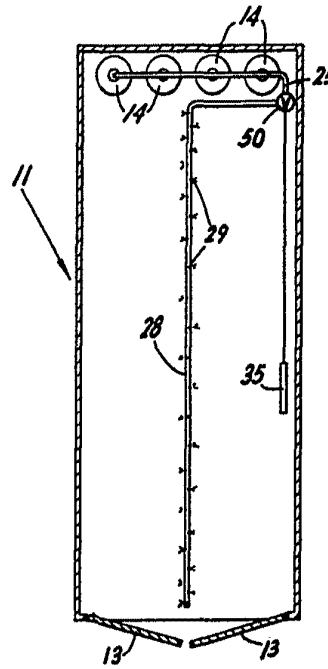


FIG. 8

346105