



P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

a favor de

FRIGIDAIRE CORPORATION - domiciliada en DAYTON (Ohio, E.U.)

por

"Perfeccionamientos en los aparatos frigorificos".

-----;-----

M e m o r i a   d e s c r i p t i v a .

Esta invención se refiere a los aparatos frigorificos del tipo de absorción y su objeto consiste en lograr que se efectue en mejores condiciones la absorción y desprendimiento del fluido frigorifico sin que el material absorbente empleado cambie sensiblemente de forma o de volumen en los periodos de absorción o de desprendimiento ni sea arrastrado de una parte a otra del aparato durante el funcionamiento de éste.

Ya han sido propuestos sistemas frigorificos de absorción en seco, empleando para la absorción del fluido frigorifico un material solido seco, por ejemplo sistemas en los que para la absorción y desprendimiento del amoniaco se emplea el



cloruro cálcico. Estos sistemas no han resultado completamente satisfactorios debido en parte por lo menos, al hecho de que el cloruro cálcico (o substancias de naturaleza análoga que constituyen el principal absorbente para el amoniaco) se dilatan enormemente al absorber amoniaco y se contraen o encójen en proporción analoga al desprenderlo. Esto produce una inestabilidad mecánica inherente a la estructura de la masa de material absorbente que impide que el mismo conserve una forma constante, haciendo que no conserve satisfactoriamente sus condiciones de cambio térmico con los aparatos de calefacción o enfriamiento propios del sistema y es causa de que las particulas se muevan durante el desprendimiento y la absorción produciendo una concentración relativa de las particulas en determinados puntos a expensas de la concentración en otros. Esto produce frecuentemente fuerzas suficientes para destruir el recipiente de los generadores absorbedores en los cuales se emplea el material.

Esta invención está destinada a eliminar estos fenómenos obteniendo una estructura absorbente sólida que conserve su tamaño, forma y posición en todas las condiciones del ciclo funcional y que no ejerza fuerza alguna destructiva en los recipientes en que está contenido.

Es preferible usar como absorbente el cloruro de estroncio. Este material es muy analogo al cloruro cálcico por lo que se refiere a su afinidad con el amoniaco, a su formación de compuestos químicamente definidos conocidos con el nombre de compuestos de adición con el amoniaco y a su conducto durante la absorción y desprendimiento del amoniaco. El cloruro de estroncio  $\text{Cl}_2\text{Sr}$ . absorbe amoniaco para formar uno u otro de los siguientes compuestos de adición o aminas: Cloruro de estroncio 1-amina  $\text{Cl}_2\text{Sr} \cdot \text{NH}_3$ ; Cloruro de estroncio 2-amina  $\text{Cl}_2\text{Sr} \cdot 2\text{NH}_3$ ; y cloruro de estroncio  $\beta$ -amina  $\text{Cl}_2\text{Sr} \cdot 8\text{NH}_3$ ; La manera en la cual



el material se transforma de una amina a la otra para absorber o desprender amoniaco y las condiciones necesarias para dicha conversión son datos fisico-químicos ya conocidos encontrándose citados por ejemplo en la patente de F.G. Keyes de los Estados Unidos N<sup>o</sup> 1.698.847 de 15 de enero de 1929 y en la patente de la misma solicitante que se presenta en esta misma fecha.

El cloruro de estroncio puro anhidro es un polvo muy fino. La masa de este material está constituida por partículas extremadamente finas en contacto unas con otras en puntos aislados dejando así espacios libres entre las partículas. La masa es de tipo analogo a la arena suelta triturada. Cuando este material bajo determinadas condiciones de presión y temperatura es expuesto al amoniaco, el amoniaco gaseoso penetra en los espacios entre las partículas y cada una de ellas se convierte en una partícula de la amina correspondiente a las condiciones de presión y temperatura existentes. Una partícula de una amina es mayor que una partícula de una amina de orden inferior o del cloruro de estroncio puro. Por consiguiente cuando el material absorbe amoniaco cada partícula aumenta de volumen y si los espacios existentes entre ellas no son suficiente para contener las partículas de mayor volumen la masa en conjunto debe hincharse o deben moverse grandes agregados de partículas. Si el material está encerrado de modo que no pueda hincharse se desarrollan presiones extremadamente elevadas que pueden alterar la forma o destruir los recipientes y en todo caso el material puede aglomerarse de modo que obstruya el paso del gas entre las partículas impidiendo la libre entrada y salida del amoniaco.

Como ejemplo específico el  $\text{Cl}_2\text{Sr} \cdot 8 \text{NH}_3$  considerado en estado de polvo bien apretado presenta un peso de 759 gramos por litro. En este estado el espacio para gas es aproximadamente 50% del total. Supongamos que una cierta cantidad de este



material se coloca en un tubo de ensayo ordinario y se calienta para desprender el amoníaco y reducir el material a  $\text{Cl}_2\text{Sr}$ .  $\text{NH}_3$ . El espacio libre para el gas llegaría a ser de aproximadamente 80% si el volumen total del material permaneciera el mismo. Sin embargo las partículas pueden caer en estos grandes espacios entre ellas haciendo que toda la masa se encoja y deposite hasta que el volumen total se ha reducido frecuentemente hasta en 20%. Al absorber luego amoníaco las partículas tienden a dilatarse de nuevo pero todo el material no vuelve a su primitivo tamaño, forma o posición ya que los movimientos de las partículas o de los grandes agregados de las mismas son demasiado grandes y libres durante el desprendimiento para que se puedan reproducir para volver las partículas a su posición primitiva durante la absorción.

15            Existe una gran cantidad de rozamiento entre cada partícula individual y las que están en contacto con ella que ofrece gran resistencia a su movimiento y este rozamiento es suficiente para hacer que las partículas en la parte superior de la masa (que es en la única dirección en que la masa puede dilatarse) se aprietan entre si y cierran el tubo a modo de un corcho apretado de modo que la capa superior no se mueve por la presión de las partículas que se dilatan debajo de ella. De esto resulta necesariamente una gran presión por debajo de la superficie que tiene dos efectos uno empujar las partículas en los espacios libres comprimiendo el polvo formando una masa analoga al yeso y el otro ejercer una fuerza considerable en las paredes del recipiente. Ambos efectos son inconvenientes el primero ya que llenando los espacios entre las partículas se impide la entrada y la salida del gas amoníaco y el segundo porque puede ser causa de la rotura del recipiente. El desprendimiento y absorción consecutivos y alternados del amoníaco ha-



rán que el polvo se apelmace y comprima progresivamente hasta que la resistencia a la expansión desarrollada en la parte superior del material pueda hacer que la expansión del material contenido debajo de la superficie haga estallar el tubo de ensayo. Se ha descubierto que las partículas de cloruro de estroncio u otro material absorbente de propiedades analogas pueden aglomerarse en forma tal que se evite su expansión y contracción alternativas asi como la concentración progresiva de la masa de material en conjunto. Esto se consigue mezclando con el material en polvo una pequeña cantidad de un liquido viscoso conveniente y distribuyendolo por toda la masa de modo que cada partícula quede recubierta de una delgada película del líquido. El líquido empleado debe ser como es natural de naturaleza tal que moje las partículas del material absorbente con el cual se emplea. Cuando el líquido está perfectamente distribuido en el polvo forma una película delgada sobre de cada partícula y al estar en contacto las partículas unas con otras la película líquida resulta mas gruesa en los espacios o ángulos que rodean los puntos de contacto. Esto es debido a los conocidos fenomenos de capilaridad y tensión superficial. En los puntos de contacto de unas partículas con otras la gruesa película de líquido hace que las partículas se adhieran entre si. Aun cuando el líquido empleado debe ser lo suficientemente viscoso para hacer que las partículas se adhieran entre si no debe serlo tanto que no pueda acumularse en los ángulos que rodean los puntos de contacto. Además el líquido debe ser de naturaleza tal que permita al fluido frigorifico pasar a través de las películas de líquido llegando a cada partícula para alcanzar el cloruro de estroncio. Preferiblemente se emplea un líquido en el cual sea soluble el fluido frigorifico. El líquido debe ser tambien de naturaleza tal que reduzca pero no elimine por completo el roza-



miento entre las partículas. En otras palabras la película líquida que une entre si las partículas adyacentes ha de ser tal que pueda correrse sin romperse de modo que las partículas puedan moverse unas con relación a otras sin que se interrumpa su adherencia.

Como ejemplos de líquidos convenientes para este objeto puede citarse el nitrato de litio y el aceite mineral blanco de Rusia que se encuentra en el mercado con el nombre de Nujol. Es preferible el nitrato de litio. Este material es analogo en sus propiedades al cloruro de estroncio por el hecho de que normalmente es sólido y absorbe amoniaco pero con la diferencia de que al absorber amoniaco se transforma en un líquido mas bien que en un sólido en las condiciones de presión y temperatura a las cuales el cloruro de estroncio forma las aminas citadas.

El líquido formado es estable y de propiedades físicas practicamente constantes en todo el orden funcional del cloruro de estroncio. El nitrato de litio se cita como ejemplo de una sustancia provista de las propiedades necesarias para formar la aglomeración deseada, pero sin apartarse de las características de esta invención pueden tambien emplearse otras sustancias. Esta estructura absorbente puede prepararse mezclando nitrato de litio con cloruro de estroncio en proporciones tales para obtener 4 a 10% y preferiblemente 5%  $\text{NO}_3\text{Li}$  en la mezcla  $\text{NO}_3\text{Li} + \text{Cl}_2\text{Sr}$ . Esto puede conseguirse por ejemplo mezclando cloruro de estroncio anhidro en polvo con nitrato de litio anhidro en polvo para obtener una sustancia que contenga nitrato de litio en la proporción de 4 a 10% preferiblemente 5% del total. Despues que estas dos sustancias han sido intimamente mezcladas el material se enfria en presencia de amoniaco para que absorba amoniaco y forme la cloruro de estroncio 8-amina. El nitrato de litio expuesto al amoniaco lo absorbe formando un líquido dotado de las



características mencionadas. Este material se pulveriza luego finamente obteniéndose un polvo con la apariencia de nieve mojada y se introduce en un generador absorbedor como el descrito en la antes citada patente de la misma sociedad. A continuación el material se calienta y se enfría para desprender y absorber amoníaco durante varios ciclos sucesivos. En el primer desprendimiento de amoníaco el material tiene una cierta tendencia a apelmazarse lo que es debido sin duda a una distribución imperfecta del nitrato de litio. El subsiguiente y periódico desprendimiento y absorción del amoníaco sirve para distribuir el nitrato de litio y de ello resulta una masa de material que a simple vista tiene el aspecto de un polvo practicamente seco aunque embalado algo húmedo, analogo a la arena húmeda de moldear. Sin embargo al microscopio se descubre la fina película líquida. La masa de polvo conserva su forma durante el desprendimiento y absorción siguientes del amoníaco.

Un estudio del material despues de haber sido sometido un número suficiente de veces al desprendimiento y absorción del amoníaco para distribuir el nitrato de litio y formar una masa como la descrita, indica que la película de líquido mantiene las particulas unidas unas a otras con espacio libre suficiente entre ellas para formar un sistema de distribución del gas amoníaco a todas las particulas. El espacio es suficiente para permitir la expansión de las diferentes particulas al absorber amoníaco en los espacios libres entre ellas y sin obstruirlos, sin que la masa se expansione en conjunto y sin ejercer una gran fuerza sobre las paredes del recipiente, la película líquida mantiene las particulas en su relación aproximada sin que caigan en los espacios. Durante la expansión y contracción las particulas deben moverse ligeramente con relación unas a otras pero como ya se ha dicho las películas liquidas permiten este movimiento



sin dejar de mantener las partículas entre sí. El líquido al lubricar las partículas o reducir el rozamiento de las partículas al moverse unas sobre las otras reduce la presión necesaria para mover el amoníaco a través del sistema y permite que las partículas se deslicen una sobre otra durante la expansión y la contracción sin que el material se apelmace o cambie su estructura de conjunto.

Aun cuando la forma de ejecución descrita constituye una forma preferida debe comprenderse que pueden emplearse o adoptarse otras formas sin apartarse del espíritu de esta invención.

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

- 1) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por un material sólido pulverizado dotado de la propiedad de combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del polvo mojadas por una ligera película de líquido.
- 2) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el amoníaco constituido por un material sólido dotado de la propiedad de formar compuestos de adición definidos con el amoníaco, estando las partículas del sólido mojadas por una ligera película de líquido.
- 3) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico, constituido por un material sólido dotado de la propiedad de combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del sólido mojadas por una ligera película de líquido.
- 4) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por un material sólido dotado de la propiedad de



combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del sólido mojadas por una débil, película de un líquido en el cual es soluble el fluido frigorífico.

5) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por un material sólido dotado de la propiedad de combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del sólido mojadas por una película ligera de líquido suficientemente viscoso para mantener las partículas adheridas unas a otras.

6) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por un material sólido dotado de la propiedad de combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del sólido mojadas por una película de líquido suficientemente viscoso para que las partículas se adhieran unas a otras y suficientemente fluido para dejar paso libre entre las partículas para el gas frigorífico a través de la masa de material.

7) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por un material sólido dotado de la propiedad de combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del sólido mojadas por una ligera película de un líquido suficientemente viscoso para que las partículas se adhieran unas a otras y suficientemente fluido para permitir el paso del gas frigorífico para que llegue a las partículas a través de la película.

8) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por un material sólido dotado de la propiedad de



combinarse químicamente con el fluido frigorífico estando las partículas del sólido mojadas por una película de líquido suficientemente viscoso para que las partículas se adhieran unas a otras y de propiedades tales que permita el paso del fluido frigorífico a través de la película para llegar a las partículas.

9) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de material absorbente para el fluido frigorífico constituido por una masa de material sólido capaz de formar con el fluido frigorífico compuestos de adición de orden elevado y orden más bajo, estando las partículas de dicho sólido mantenidas entre sí por películas de líquido adhesivo con espacios libres suficientes para el gas a fin de permitir que las partículas se dilaten al formar compuestos de adición de orden elevado y se contraigan al formar los de orden más bajo sin que varíe prácticamente el volumen total de la masa.

10) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el fluido frigorífico constituido por una masa de material sólido capaz de combinarse químicamente con el fluido frigorífico formando compuestos de adición de orden elevado y de orden más bajo estando las partículas del sólido citado unidas entre sí por películas de un líquido adhesivo con espacios suficientes de gas entre ellas para permitir que las partículas puedan expansionarse al formar el compuesto de adición de orden elevado y puedan contraerse al formar el compuesto de orden más bajo sin que el volumen total de la masa cambie prácticamente.

11) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente constituido por un material sólido capaz de absorber y desprender fluido frigorífico caracterizado dicho material por una tendencia a expansionarse al absorber fluido frigorífico y a contraerse al desprenderlo es-



tando las partículas del sólido mantenidas entre si por películas de un líquido adhesivo de naturaleza tal que reduzca el rozamiento entre las partículas en su movimiento durante la expansión y la contracción.

5           12) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente constituido por un material sólido capaz de absorber y desprender fluido frigorífico estando caracterizado dicho material por la tendencia a expansionarse al absorber el fluido frigorífico y a contraerse al desprenderlo  
10 estando las partículas del sólido unidas entre si por películas de líquido adhesivo de naturaleza tal que las películas de líquido se corran sin romperse durante el movimiento de expansión y de contracción.

15           13) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente dispuesto para absorber fluido frigorífico constituido por una mezcla de dos sustancias absorbentes apta cada una de ellas para absorber fluido frigorífico y una de las cuales forma un producto sólido con el fluido frigorífico y la otra un producto líquido.

20           14) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente apto para absorber fluido frigorífico constituido por una mezcla de dos sustancias aptas cada una de ellas para absorber fluido frigorífico siendo una de dichas sustancias siempre un sólido y la otra capaz de formar una  
25 na fase sólida y una fase líquida.

30           15) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el amoníaco constituido por un material sólido capaz de combinarse químicamente con el amoníaco y nitrato de litio en la proporción de 4 a 10% del total.

16) En los aparatos frigoríficos del tipo de absorción



el empleo de un material absorbente para el amoniaco constituido por un material solido capaz de combinarse quimicamente con el amoniaco y nitrato de litio en una proporción de aproximadamente 5% del total.

5           17) En los aparatos frigorificos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el amoniaco constituido por una mezcla de cloruro de estroncio y de nitrato de litio.

10           18) En los aparatos frigorificos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el amoniaco constituido por una mezcla de cloruro de estroncio y de nitrato de litio formando este último el 4 al 10% del total.

15           19) En los aparatos frigorificos del tipo de absorción el empleo de un material absorbente para el amoniaco constituido por una mezcla de cloruro de estroncio y de nitrato de litio formando este último aproximadamente el 5% del total.

20) Perfeccionamientos en los aparatos frigorificos.

Barcelona 30 de mayo de 1930.

P. A.

*Compañía General de Frio*