

327211

P.- 31.877



P 5987 Sp

327211

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de SHELL INTERNATIONALE RESEARCH MAATSCHAPPIJ N.V.,  
entidad holandesa, establecida en 30, Carel van Bylandtlaan,  
La Haya, Holanda, por:

"METODO PARA TRANSPORTAR GAS, EN PARTICULAR METANO O GAS NATU  
RAL, EN ESTADO LICUADO"

=====

La presente invención se refiere al uso de vehículos  
de frío en la licuación y regasificación de gases, en particu-  
lar de metano o gas natural.

5 La invención se refiere más en particular a tal uso  
de vehículos de frío, en el transporte de gases, o en su alma-  
canamiento para consumos de punta.

Para reducir el coste de enfriamiento y licuación del  
gas, en el transporte de gas en estado licuado, se conoce un -  
método en el que: a) el gas es licuado en el punto de producción  
10 por enfriamiento, y se introduce en estado líquido en un depósi

327211

27 MAY 1986



to; b) el depósito así llenado se transporta al punto de consumo; c) en el punto de consumo, el gas licuado es regasificado, poniéndolo en intercambio de calor con un vehículo de frío; d) el vehículo de frío, enfriado como resultado de la operación descrita en c), es introducido en un depósito; e) el depósito, llenado con vehículo de frío enfriado, como se describe en d), es transportado al punto de producción; f) en el punto de producción el gas es enfriado, según la operación a), poniéndolo en intercambio de calor con el vehículo de frío suministrado según la operación e).

En el método antes mencionado, el frío es devuelto de esta forma desde el punto de consumo al punto de producción, mediante un vehículo de frío. Respecto a esto, se ha de observar que por punto de producción se quiere decir el punto en el que el gas es licuado para ser expedido, mientras que por punto de consumo se quiere decir el punto donde el gas licuado es convertido, al llegar, al estado gaseoso, para su consumo.

Como se ha mencionado, el vehículo de frío se puede usar también en el almacenamiento de gas, por ejemplo gas natural o metano, para fines de consumos de punta. Durante los periodos de poca demanda de gas natural o metano, estos se pueden licuar poniéndolos en intercambio de calor con el vehículo de frío enfriado. El metano o gas/natural así licuado se pueden almacenar después, en depósitos adecuados térmicamente aislados, y, en los periodos de mayor demanda de gas natural o metano, el metano o gas natural licuados se pueden regasificar, poniéndolos en intercambio de calor con el vehículo frío "calentado", de forma que el vehículo de frío es enfriado. Luego se almacena temporalmente el vehículo

327211



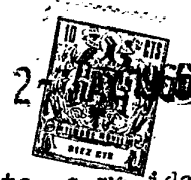
lo de frío enfriado, en depósitos adecuados térmicamente ais-  
lados, hasta que vuelve a llegar un periodo de poca demanda  
de gas natural o metano. Entonces se vuelve a usar el vehí-  
culo de frío enfriado, para licuar una cierta cantidad de -  
5 metano o gas natural, que se almacena temporalmente, hasta  
que vuelve a aumentar la demanda de gas natural o metano.

Está claro que es conveniente que el vehículo de  
frío sea capaz de absorber gran cantidad de frío por unidad  
de volumen, de forma que pueda ser pequeño el espacio de de-  
10 pósito requerido para almacenar o transportar el vehículo de  
frío. Para ello, el vehículo de frío debe poseer, entre otras  
cosas, un calor específico relativamente alto y una densidad  
relativamente alta.

Según la invención, se propone el uso, en el ante-  
rior método de transporte, o para fines de almacenamiento -  
15 para consumos de punta, de un vehículo de frío que se carac-  
teriza por un vehículo líquido que no solidifica durante el  
procedimiento de intercambio de calor, y que tiene un punto  
de ebullición mayor, igual o justamente menor que la tempera-  
20 tura ambiente, y que contiene partículas de una sustancia -  
que, durante el procedimiento de intercambio de calor, expe-  
rimenta un cambio de fase.

En una realización adecuada de la invención, la -  
sustancia de las partículas es de tal naturaleza que funde -  
25 o solidifica, total o parcialmente, durante el procedimiento  
de intercambio de calor, teniendo dicha sustancia un punto -  
de ebullición mayor, igual o justamente menor que la tempera-  
tura ambiente.

El líquido de las partículas, que se puede disper-  
sar en el vehículo líquido, se solidificará por enfriamiento,  
30 de forma que el calor de fusión del mismo se suma al calor



específico del vehículo de frío. Por tanto, a medida que se solidifica más líquido será mayor el efecto.

5 Durante la solidificación del líquido de las partículas, la temperatura del vehículo de frío permanece constante. Entonces se transmite calor desde el vehículo de frío al gas licuado que está regasificado, sin descenso simultáneo de la temperatura del vehículo de frío. Esto es favorable respecto a una gran magnitud de transmisión de calor.

10 Naturalmente, las ventajas antes mencionadas existen igualmente cuando el vehículo de frío se está calentando, por ponerlo en intercambio de calor con el gas, para enfriar el gas para su licuación.

15 Se obtiene un efecto grande si la sustancia de las partículas del vehículo de frío consiste en agua. El agua tiene gran calor de fusión y gran densidad.

20 Se obtiene un efecto aún más favorable si las partículas del vehículo de frío consisten en agua que contiene un producto que disminuye el punto de congelación. Como resultado, aumenta el intervalo de temperaturas en el que permanece líquida la sustancia de las partículas. Esto es favorable respecto a aumentar el calor específico del vehículo de frío, ya que el calor específico de las partículas en estado líquido es mayor que el de las partículas en estado sólido.

25 Los productos adecuados que disminuyen el punto de congelación son el amoníaco, ácido clorhídrico, alcoholes, mezclas de alcoholes, glicoles, mezclas de glicoles.

30 El vehículo de frío se puede convertir en emul-

327211

27 MAY



si<sup>o</sup>n estable, por medios conocidos por s<sup>í</sup> mismos. Por so  
lidificaci<sup>o</sup>n de las part<sup>í</sup>culas dispersadas se forma una  
suspensi<sup>o</sup>n. Una emulsi<sup>o</sup>n o suspensi<sup>o</sup>n que se puede manipu  
lar se puede obtener tambi<sup>é</sup>n por agitaci<sup>o</sup>n, por ejemplo  
5 mediante un chorro de l<sup>í</sup>quido, o con ayuda de medios me-  
c<sup>á</sup>nicos.

Tambi<sup>é</sup>n se puede usar un veh<sup>í</sup>culo de frio en el  
que las part<sup>í</sup>culas contengan, adem<sup>á</sup>s, un s<sup>o</sup>lido capaz de  
adsorber o absorber el l<sup>í</sup>quido de las part<sup>í</sup>culas. Para es  
10 te fin se puede hacer uso de gel de s<sup>í</sup>lice. Con ayuda de  
medios conocidos, un veh<sup>í</sup>culo heterog<sup>é</sup>neo de fr<sup>í</sup>o, de este  
tipo, se puede convertir en una suspensi<sup>o</sup>n estable.

Varios l<sup>í</sup>quidos son adecuados para su uso como  
veh<sup>í</sup>culo l<sup>í</sup>quido del veh<sup>í</sup>culo de frio. Por ejemplo, un l<sup>í</sup>-  
15 quido adecuado es el isopentano. Tambi<sup>é</sup>n se puede escoger  
como veh<sup>í</sup>culo l<sup>í</sup>quido un l<sup>í</sup>quido que contenga un producto  
que disminuya el punto de congelaci<sup>o</sup>n. En relaci<sup>o</sup>n con esto,  
son atractivas las mezclas eut<sup>e</sup>cticas de 88% de isopentano  
y 12% de n-pentano, o de 85% de isopentano y 15% de isohe-  
20 xano, en vista de sus bajos puntos de fusi<sup>o</sup>n.

Se ha descubierto que el veh<sup>í</sup>culo de frio se pue  
de bombear todav<sup>í</sup>a si las part<sup>í</sup>culas dispersadas no contie  
nen m<sup>á</sup>s del 50% de l<sup>í</sup>quido, basado en el volumen total del  
veh<sup>í</sup>culo de frio.

25 El gas se puede licuar y transportar en un dep<sup>o</sup>-  
sito a presi<sup>o</sup>n de 1 atm, pero en muchos casos puede ser de  
seable emplear una presi<sup>o</sup>n mayor.

Durante la licuaci<sup>o</sup>n del gas, el veh<sup>í</sup>culo de frio  
enfriado se calienta, por ejemplo hasta la temperatura am-  
30 biente. Si se desea, el veh<sup>í</sup>culo de frio calentado se puede



usar en el punto de producción, por ejemplo en la industria química. También se puede introducir en un depósito el vehículo de frío calentado, y transportarlo así al punto de consumo. En general, tal transporte tendrá lugar a presión  
5 de 1 atm, pero también se puede emplear una presión mayor.

En muchos casos, el vehículo de frío enfriado se puede transportar del punto de consumo al punto de producción en el mismo depósito en que se ha transportado en la dirección opuesta el gas licuado, Una ventaja de esto es que el  
10 depósito permanece siempre en estado frío. Debido al gran calor específico, y a la densidad, generalmente grande, del vehículo de frío según la invención, el depósito usado para el transporte del gas licuado es, por lo general, lo suficientemente grande para el transporte del vehículo de frío enfriado, en la dirección opuesta.  
15

En otra realización muy atractiva de la invención se hace uso de un vehículo frío en el que la sustancia de las partículas es de tal naturaleza que, durante el procedimiento de intercambio de calor, presenta una o más transiciones  
20 entre la fase sólida, líquida o de vapor.

De esta forma se hace una contribución importante a la capacidad térmica del vehículo de frío, por el calor de vaporización o calor de condensación de la sustancia de las partículas. Respecto a esto, se hace observar que el calor  
25 de vaporización y el calor de condensación de una sustancia son siempre más grandes que el calor de fusión y el calor de solidificación. De todas formas, también se pueden utilizar los últimos efectos térmicos mencionados, disminuyendo hasta un nivel suficientemente bajo la temperatura del vehículo  
30 de frío durante el enfriamiento. Tal sustancia cambia desde

327211

27 MA



la fase de vapor, pasando por la fase líquida, hasta la fase sólida. Si se desea, se puede prolongar el enfriamiento, siempre que también se solidifique parcialmente el vehículo líquido del vehículo de frío.

5                   Durante una transición de fase la sustancia de las partículas, la temperatura del vehículo de frío permanece constante. Luego se transmite calor desde el vehículo de frío al gas licuado que se está regasificando, o se transmite calor del gas que se está licuando al vehículo de frío, sin descenso ni aumento simultáneos de la temperatura del vehículo de frío. Esto es favorable respecto a una gran magnitud de transmisión de calor. La temperatura a que la sustancia de las partículas presenta una transición de fase, depende en primer lugar, naturalmente, de la naturaleza de dicha sustancia. Además, se puede añadir a dicha sustancia un material para disminuir la temperatura de la transición de fases. Como resultado, se obtiene más libertad respecto a la forma de efectuar el procedimiento.

20                   En una realización adecuada, la sustancia de las partículas consiste en dióxido de carbono. Para sublimar el dióxido de carbono se necesitan aproximadamente 135 cal/g, lo que es ya considerablemente mayor que el calor de fusión del agua (aproximadamente 80 cal/g), de forma que con una cantidad específica, en peso, de un vehículo de frío que comprende un vehículo líquido que contiene partículas de dióxido de carbono sólido se puede licuar una cantidad de gas considerablemente mayor que con la misma cantidad en peso de un vehículo de frío que comprende un vehículo líquido que contiene partículas de hielo en vez de las

327211



anteriores. Se hace más favorable la relación entre la -  
cantidad de carga útil, es decir, la cantidad de metano  
licuado o gas natural licuado, y la cantidad de vehículo  
de frío.

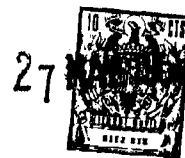
5                    Aquella relación se hace aún más favorable si  
el vehículo de frío comprende un vehículo líquido que con  
tiene partículas de amoniaco, ya que la transición de amo  
niaco sólido a vapor requiere aproximadamente 400 cal/g.

10                   El metano es una sustancia adecuada para su adi  
ción a la sustancia de las partículas.

15                   Debido al bajo precio del dióxido de carbono, se  
puede justificar económicamente el hecho de que el dióxido  
de carbono, que durante la licuación del gas se convierte  
en forma de vapor, se descargue a la atmósfera. En tal ca-  
so, en el punto de consumo se ha de emplear cada vez una -  
nueva cantidad de dióxido de carbono.

20                   Sin embargo, también se puede fijar el dióxido  
de carbono, que se cambia a forma de vapor, de tal manera  
que se pueda volver a descomponer fácilmente. Entonces se  
puede usar el dióxido de carbono para una diversidad de fi-  
nes. El dióxido de carbono fijado se puede almacenar, o se  
puede transportar al punto de consumo, de forma que des-  
pués de su liberación se pueda volver a usar como sustan-  
cia de las partículas del vehículo de frío. Son compuestos  
25                   adecuados para fijar el dióxido de carbono, por ejemplo,  
los bicarbonatos o el carbonato amónico. Estos compuestos  
se pueden descomponer con poco calor. Es ventajoso fijar  
el amoniaco, que cambia a fase de vapor durante el enfria-  
miento y licuación del gas, y hacerlo de forma que se pue  
30                   da volver a descomponer fácilmente. Una forma adecuada de

327211



fijar el amoniaco consiste en recoger en agua el amoniaco desprendido. El amoniaco fijado se puede almacenar o transportar al punto de consumo, de forma que, una vez liberado, se puede volver a usar como sustancia de las partículas del vehículo de frio. El amoniaco es valioso y, por ejemplo, se puede seguir tratando para obtener abonos, en las proximidades del punto de producción del metano o gas natural.

El vapor que forma la sustancia de las partículas de vehículo de frio en estado enfriado, debe formar un sistema heterogéneo en el punto de consumo, junto con el vehículo líquido. Un procedimiento adecuado para obtener este resultado es aquel en virtud del cual, durante el intercambio de calor con el gas licuado que se está regasificando, primero se enfría el vehículo líquido del vehículo de frio, y luego se introduce en forma de vapor, en el vehículo líquido, la sustancia que ha de formar la partículas, con lo que dicha sustancia cambia de fase vapor a fase líquida o sólida, de manera que se forma una emulsión o suspensión. Durante la introducción, en forma de vapor, de la sustancia que ha de formar las partículas, la temperatura del vehículo líquido del vehículo de frio será, en general, tan baja que tiene lugar inmediatamente la condensación o solidificación de aquel vapor. La introducción de dicho vapor en el vehículo de líquido puede tener lugar, por ejemplo, inyectando el vapor en el vehículo líquido, por una o más aberturas estrechas, y a presión. Además, el vapor ha podido ser enfriado ya previamente, por intercambio de calor con el gas natural o metano que se vaporizan.

Se pueden usar diversos líquidos como vehículo líquido del vehículo de frio. Un ejemplo es el isopentano.



También se puede elegir un líquido que contenga un producto que disminuya el punto de congelación. En relación con esto, las mezclas eutécticas consistentes en 88% de isopentano y 12% de n-pentano, o bien 85% de isopentano y 15% de isohexano, son atractivas debido a sus bajos puntos de fusión.

En la licuación del gas, tal como gas natural o metano, se eleva la temperatura del vehículo de frío, por ejemplo a temperatura ambiente. Si se desea, el vehículo de frío calentado se puede usar en el mismo punto, por ejemplo en una industria química. También se pueden llevar a uno o más depósitos los componentes del vehículo de frío, y transportarlos así al punto de consumo.

El vehículo de frío enfriado se puede transportar del punto de consumo al punto de producción en el mismo depósito en que se ha transportado el gas licuado del punto de producción al punto de consumo. Esto tiene la ventaja de que el depósito permanece siempre frío. Debido al gran calor específico del vehículo de frío según la invención, el depósito que se ha usado para el transporte de gas licuado es más que suficientemente grande para el transporte del vehículo de frío en la dirección opuesta.

Los depósitos para el transporte del gas licuado y/o vehículo de frío se pueden construir en, o formar parte de un barco, vagón de ferrocarril, camión, o cualquier otro medio de transporte.

El método según la invención se puede usar para el transporte, o para el almacenamiento para consumos de punta, de gas natural, metano, etano, propano, butano, u otros gases.

Al enfriar un vehículo de frío que comprende dicho vehículo líquido en el que están presentes las partículas de -

327211 27 MAY



dicha sustancia, es deseable que estas partículas estén uniformemente dispersadas en el vehículo líquido. Si este vehículo de frío se prepara mucho tiempo antes de que tenga lugar el enfriamiento del vehículo de frío, y si la  
5 sustancia de las partículas está en estado líquido, se necesitará añadir un emulsificante para estabilizar la dispersión. Esta adición de emulsificante puede tener la desventaja de que aumentará la viscosidad del vehículo de frío, particularmente a bajas temperaturas.

10 Si la sustancia de las partículas tiene gran presión de vapor, o si está en fase de vapor, solo se formará un vehículo líquido que contenga una cantidad suficiente de sustancia dispersada bajo presión elevada y/o con agitación concienzuda.

15 Por tanto, se propone preparar la anterior dispersión en un momento especial y de forma especial, es decir, enfriando el vehículo líquido al hacerlo pasar en intercambio de calor con el gas licuado que se está regasificando, y añadiendo dicha sustancia al vehículo líquido en  
20 friado. Así se asegura que solo pasa un tiempo relativamente corto entre la formación de la dispersión y la transición de fase de la sustancia de las partículas de la dispersión. En consecuencia, el riesgo de coalescencia de las partículas de líquido dispersadas es pequeño y, por tanto,  
25 solo se necesitará una cantidad muy pequeña de emulsificante, la cual no tiene influencia adversa en la viscosidad del vehículo de frío.

30 Si la sustancia de las partículas es un líquido de gran presión de vapor, cuando dicha sustancia en forma líquida se pone en contacto con el vehículo de líquido en-



friado, se reducirá considerablemente la presión de vapor de dicha sustancia, de forma que serán menores las dificultades que se presentan debido a la formación de vapor.

5                   En una realización adecuada del último método -  
mencionado, dicha sustancia se añade al vehículo líquido  
en el momento en que el vehículo líquido se ha enfriado -  
hasta una temperatura igual a, o menor que, la temperatura  
a que dicha sustancia, bajo las condiciones reinantes, pue  
10 de cambiar al estado líquido. Entonces, si dicha sustancia  
es vapor, éste se condensará más fácilmente cuando se pone  
en contacto con el vehículo de frío enfriado.

                  En otra realización adecuado, dicha sustancia se  
añade al vehículo líquido en el momento en que el vehículo  
15 líquido se ha enfriado hasta una temperatura igual a, o me  
nor que, la temperatura a que dicha sustancia, bajo las con  
diciones reinantes, puede cambiar al estado sólido. Como re  
sultado, las partículas formadas apenas estarán en estado -  
líquido, de forma que, aún cuando se use una sustancia co-  
20 rrosiva, el vehículo de frío formado no tendrá propiedades -  
corrosivas y, por tanto, el aparato de intercambio de calor  
usado se puede hacer de cualquier material que cumpla sola-  
mente con requisitos no exigentes en cuanto a resistencia -  
química. En este caso no es necesario el uso de emulsifican  
25 tes.

                  Si se desea, se puede pre-enfriar la sustancia de  
las partículas, antes de añadirla al vehículo líquido en-  
friado. De esta forma, los vapores se pueden convertir pri-  
mero al estado líquido o sólido, y se pueden añadir luego -  
30 al vehículo líquido enfriado.

327211<sup>27</sup> MA



5 Durante el calentamiento del vehículo de frío  
enfriado, cuando pasa en intercambio de calor con un gas  
a ser licuado, por ejemplo gas natural o metano, se pue-  
de separar del vehículo líquido la sustancia de las partí-  
culas dispersadas en el vehículo líquido, tan pronto como  
dicha sustancia no esté ya en estado sólido. De esta forma  
se puede almacenar dicha sustancia y el vehículo líquido,  
cada uno en depósitos independientes, que se pueden trans-  
portar al punto de consumo. Esto es ventajoso si dicha sug-  
10 tancia es corrosiva y el vehículo líquido no es corrosivo,  
ya que en tal caso solo hace falta fabricar con material -  
resistente a los productos químicos el depósito en que se  
almacena o transporta dicha sustancia, mientras que el de-  
pósito para el vehículo líquido se puede hacer con un mate-  
15 rial que tenga baja resistencia a los productos químicos.

Los requisitos en relación con el punto de ebulli-  
ción de la sustancia de las partículas del vehículo líquido,  
del vehículo de frío, restringen la elección del mismo. Ade-  
más, se han de tomar precauciones contra sustancias de natu-  
20 raleza corrosiva, ya que las partículas dispersadas entran  
en contacto con las paredes de depósitos, tuberías y cambia-  
dores de calor.

Por tanto, en una realización adecuada del vehí-  
culo de frío según la invención, al menos algunas de las -  
25 partículas de la sustancia que experimenta un cambio de fa-  
se durante el procedimiento de intercambio de calor están,  
cada una, encerradas entre una pared.

En el procedimiento de intercambio de calor en-  
tre el vehículo de frío y el gas, tiene lugar un flujo de -  
30 calor dentro del vehículo de frío, entre el vehículo líqui-



do y la sustancia de las partículas, el cual flujo de calor atraviesa las paredes que encierran a la sustancia de las partículas. Esto implica el que la sustancia de las partículas presentará transiciones de fase. El calor latente adsorbido o desprendido de esta forma contribuye mucho al aumento del calor específico del vehículo de frío. Durante las transiciones de fase habrá poco o ningún cambio en la temperatura del vehículo líquido, lo que es favorable respecto a una transmisión de calor rápida.

10                    Dado que la sustancia de las partículas, que absorbe o desprende calor latente, está presente en espacios cerrados, esta sustancia no puede entrar en contacto con las paredes de depósitos, cambiadores de calor, u otro equipo. Además, cualquier vapor que se pueda haber formado permanecerá confinado en dichos espacios cerrados, de forma que no habrá pérdidas por evaporación. Esto produce un alto grado de independencia tanto en el punto de ebullición como en las propiedades corrosivas de la sustancia de las partículas. El grado de esta independencia se puede controlar por elección de las propiedades mecánicas de las paredes entre las que se encierran las partículas, y por su resistencia química.

25                    La velocidad de transmisión de calor entre el gas a ser licuado o regasificado y el vehículo de frío, está determinada parcialmente por la velocidad de transmisión de calor a través de las paredes de las partículas.

30                    El tamaño de estas paredes, así como su forma, se puede adaptar a los requisitos que se hayan de hacer respecto a esto. Desde luego, es posible un buen número de realizaciones. Por ejemplo, se puede usar un número

327211

27



grande de objetos huecos, apilados en un depósito de tal forma que sea posible un buen contacto con el vehículo líquido que se puede bombear.

5 Puede ser ventajoso emplear para las partículas dos o más sustancias diferentes, por ejemplo una mezcla de agua y amoniaco, por una parte, y tolueno, por otra parte, que, cada una a un nivel diferente de temperatura, pueden absorber o desprender calor latente, de forma que es posible que el intercambio de calor con el gas a licuar o regasificar tenga lugar a diversos niveles de temperatura constante o sustancialmente constante. Estas sustancias diferentes se pueden encerrar juntas entre una o varias paredes. Sin embargo, también es posible que una o más de estas sustancias, o combinaciones de las mismas, estén, cada una de ellas, encerradas entre paredes, de forma que estén separadas entre sí y del vehículo líquido. Esto puede ser deseable, por ejemplo, si estas sustancias tienen interacción física o química.

10  
15  
20 Finalmente, se pueden usar para el vehículo de frío al menos dos depósitos, cada uno de los cuales puede contener, además del vehículo líquido, una de dichas sustancias. El contenido de estos depósitos se puede someter entonces independientemente a intercambio de calor con el gas a licuar o regasificar, por ejemplo a diferentes niveles de temperatura.

25  
30 Las paredes que encierran a la sustancia o sustancias de las partículas se pueden hacer de un metal de gran conductividad, por ejemplo aluminio. Esto favorece una rápida transmisión de calor. También se pueden hacer estas paredes de un polímero, por ejemplo polietileno de alta pre



sión. Este material tiene la ventaja de poseer gran resistencia química.

Las paredes de las partículas pueden consistir en dos o más materiales diferentes, por ejemplo una pluralidad de capas de materiales diferentes, o en un material revestido, o un material que contenga elementos reforzantes de otro material; esto puede tener importancia cuando los requisitos relativos, por ejemplo, a estanqueidad, resistencia, y resistencia química, no pueden ser cumplidos por un solo material sin recurrir a espesores de pared que sean inaceptablemente grandes en relación con la transmisión de calor. Así, por ejemplo, se puede usar un polímero para obtener una pared estanca de gran resistencia química, al tiempo que se aumenta la resistencia mecánica con ayuda de una capa de metal de revestimiento. A menudo, el material que sirve para fines de dar rigidez sólo necesita consistir en una malla o gasa.

La sustancia de las partículas puede estar contenida en cápsulas. Las cápsulas permiten obtener una relación favorable entre el espesor de pared y la resistencia de la pared; se pueden distribuir uniformemente por todo el volumen del depósito, al tiempo que también se puede obtener con ellas un relleno compacto en depósitos que tienen forma irregular, o que están provistos de elementos para dar rigidez en su interior. También se pueden suspender en el vehículo líquido e introducir en el depósito en estado suspendido.

Durante el procedimiento de intercambio de calor entre el vehículo de frío y el gas a licuar o regasificar, el vehículo líquido puede circular entre el gas y la sustan

3272 11 27 MAY



5      cia de las partículas que están encerradas entre paredes,  
y, como alternativa, se puede someter a intercambio de ca-  
lor con ellas. En este caso, el vehículo líquido puede en-  
trar en contacto con el gas a diferentes niveles de tem-  
peratura, y si se emplea más de un depósito, se puede po-  
ner en intercambio de calor con dichas partículas a dife-  
rentes niveles de temperatura.

10      Si la sustancia de las partículas está conteni-  
da en cápsulas, las cápsulas se pueden suspender en el ve-  
hículo líquido durante el procedimiento de intercambio de  
calor entre el vehículo de frío y el gas a licuar o rega-  
sificar. En tal caso, también se puede transportar el ve-  
hículo de frío enfriado, desde el punto de consumo al pun-  
to de producción, en un depósito en el que se ha transpor-  
15      tado gas licuado al punto de consumo. La ventaja de esto -  
es que el depósito permanece siempre frío.

20      La presente solicitud que corresponde a la pre-  
sentada en Holanda, con fecha 31 de Mayo de 1.965, bajo el  
nº 65.06843, con fecha 21 de Septiembre de 1.965, bajo el  
nº 65.12260 y 5 de Noviembre de 1.965. nº 65.14359, se ac-  
ge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto  
sobre Propiedad Industrial.

N O T A

25      Los puntos de invención propia y nueva, que se-  
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Paten-  
te de Invención, en España, por VEINTE años, son los siguien-  
tes:

327211



1.- Método para transportar gas, en particular metano o gas natural, en estado licuado, que comprende - las siguientes operaciones: a) en un punto de producción, el gas es licuado por enfriamiento, y es introducido en estado licuado en un depósito; b) el depósito así llenado se transporta a un punto de consumo; c) en el punto de consumo, el gas licuado es regasificado, poniéndolo en intercambio de calor con un vehículo de frío; d) el vehículo de frío, enfriado como resultado de la operación descrita en c), es introducido en un depósito; e) el depósito, - lleno de vehículo de frío enfriado, como se ha descrito en d), es transportado al punto de producción; f) en el punto de producción, el gas es enfriado según la operación a), poniéndolo en intercambio de calor con el vehículo de frío, suministrado según la operación e); estando caracterizado el vehículo de frío usado, por un vehículo líquido que no solidifica durante el procedimiento de intercambio de calor, y que tiene un punto de ebullición mayor que, - igual a, o justamente menor que la temperatura ambiente, y que contiene partículas de una sustancia que, durante - el procedimiento de intercambio de calor, experimenta un cambio de fase.

2.- Método para licuar un gas, en particular metano o gas natural, poniendo el gas en intercambio de calor con un vehículo de frío enfriado, el cual vehículo de frío está caracterizado por un vehículo líquido que no solidifica durante el procedimiento de intercambio de calor y que tiene un punto de ebullición mayor que, igual a, o justamente menor que la temperatura ambiente, y que contiene partículas de una sustancia que, durante el proce-

32721127 MAY



dimiento de intercambio de calor, experimenta un cambio de fase.

5 3.- Método para regasificar un gas licuado, en particular metano o gas natural, poniéndolo en intercambio de calor con un vehículo de frío que de esta forma se enfría, el cual vehículo de frío está caracterizado por un vehículo líquido que no solidifica durante el procedimiento de intercambio de calor y que tiene un punto de ebullición mayor que, igual a, o justamente menor que la temperatura ambiente, y que contiene partículas de una sustancia que, durante el procedimiento de intercambio de calor, experimenta un cambio de fase.

10 4.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 3, en el que la sustancia de las partículas es de tal naturaleza que, durante el procedimiento de intercambio de calor, se funde o solidifica total o parcialmente, teniendo dicha sustancia un punto de ebullición mayor que, igual a, o justamente menor que la temperatura ambiente.

15 5.- Método según el punto 4, en el que la sustancia de las partículas es agua.

20 6.- Método según el punto 5, en el que la sustancia de las partículas es agua que contiene un producto que disminuye el punto de congelación.

25 7.- Método según el punto 6, en el que la sustancia de las partículas es agua mezclada con amoníaco.

8.- Método según el punto 6, en el que la sustancia de las partículas es agua mezclada con al menos un alcohol.

30 9.- Método según el punto 6, en el que la sustancia de las partículas consiste en agua mezclada con al me-

327211



nos un glicol.

10.- Método según cualquiera de los puntos 4 a 9, en el que las partículas están dispersadas en el vehículo líquido.

5 11.- Método según el punto 10, en el que el vehículo de frío es una emulsión estable de las partículas dispersadas en el vehículo líquido, permaneciendo en suspensión las partículas dispersadas, por solidificación de las partículas por enfriamiento.

10 12.- Método según cualquiera de los puntos 4 a 10, en el que las partículas, además, contienen un sólido capaz de adsorber o absorber el líquido de las partículas.

15 13.- Método según el punto 12, en el que el sólido capaz de adsorber o absorber el líquido de las partículas es gel de sílice.

14.- Método según cualquiera de los puntos 12 o 13, en el que el vehículo de frío es una suspensión estable.

20 15.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 3, en el que la sustancia de las partículas es de tal naturaleza que, durante el procedimiento de intercambio de calor, muestra una o más transiciones entre la fase sólida, líquida o de vapor.

25 16.- Método según el punto 15, en el que la sustancia de las partículas contiene un material para disminuir la temperatura de la transición de fase.

17.- Método según cualquiera de los puntos 15 o 16, en el que la sustancia de las partículas consiste en dióxido de carbono.

30 18.- Método según cualquiera de los puntos 15 ó 16, en el que la sustancia de las partículas consiste en -

327211

21



amoníaco.

19.- Método según cualquiera de los puntos 15 a 18, en el que las partículas están dispersadas en el vehículo líquido.

5 20.- Método según cualquiera de los puntos 17 o 19, en el que durante el enfriamiento del gas a licuar, y consiguiente calentamiento del vehículo de frío, el dióxido de carbono cambia a la fase vapor.

10 21.- Método según el punto 20, en el que el dióxido de carbono en forma de vapor es descargado a la atmósfera.

22.- Método según el punto 20, en el que el dióxido de carbono en forma de vapor es fijado de tal forma que se puede volver a descomponer fácilmente.

15 23.- Método según el punto 22, en el que el dióxido de carbono fijado es almacenado, o es transportado al punto de consumo, de manera que, después de su liberación, se puede volver a usar en el vehículo de frío.

20 24.- Método según cualquiera de los puntos 18 o 19, en el que durante el enfriamiento del gas a licuar, y consiguiente calentamiento del vehículo de frío, el amoníaco cambia a forma de vapor.

25 25.- Método según el punto 24, en el que el amoníaco en forma de vapor se fija de tal manera que se puede volver a descomponer fácilmente.

26.- Método según el punto 25, en el que el amoníaco en forma de vapor está disuelto en agua.

30 27.- Método según cualquiera de los puntos 25 o 26, en el que el amoníaco fijado es almacenado, o es transportado al punto de consumo, de manera que, después

327211



de su liberación, se puede volver a usar en el vehículo de frío.

5 28.- Método según cualquiera de los puntos 15 a 27, en el que durante la regasificación del gas licuado, el vehículo líquido del vehículo de frío es enfriado por intercambio de calor con el gas licuado, y luego se introduce, en forma de vapor, en el vehículo líquido, la sustancia que ha de formar las partículas, con lo que dicha sustancia cambia de fase vapor a fase líquida o a fase sólida, de manera que se forma una emulsión o suspensión.

10 29.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 28, en el que el vehículo líquido del vehículo de frío consiste en isopentano.

15 30.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 28, en el que el vehículo líquido del vehículo de frío consiste en 88% de isopentano y 12% de n-pentano.

20 31.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 28, en el que el vehículo líquido del vehículo de frío consiste en 85% de isopentano y 15% de isohehexano.

32.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 31, en el que el vehículo líquido del vehículo de frío contiene un producto que disminuye el punto de congelación.

25 33.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 32, en el que el vehículo de frío, después de calentarse según la operación f) del punto 1), se introduce en un depósito y se transporta de esta forma al punto de consumo.

30 34.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 33, en el que el vehículo de frío, después de enfriarse según la operación c) del punto 1, es transportado desde el pun

327211



to de consumo al punto de producción en el mismo depósito en que se ha transportado el gas licuado desde el punto de producción al punto de consumo.

5           35.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 34, en el que se hace uso de dicho vehículo de frío, que comprende partículas de dicha sustancia que están dispersadas en dicho vehículo líquido, caracterizado porque la dispersión se forma enfriando el vehículo líquido al hacerlo pasar en intercambio de calor con el gas licuado que se está regasificando, y añadiendo dicha sustancia al vehículo de frío enfriado.

10           36.- Método según el punto 35, en el que dicha sustancia se añade al vehículo líquido en el momento en que el vehículo líquido se ha enfriado hasta una temperatura  
15           igual a, o menor que la temperatura a la que dicha sustancia, bajo las condiciones reinantes, puede cambiar al estado líquido.

20           37.- Método según el punto 35, en el que dicha sustancia se añade al vehículo líquido en el momento en que el vehículo líquido se ha enfriado hasta una temperatura  
            igual a, o menor que la temperatura a que dicha sustancia, bajo las condiciones reinantes, puede cambiar al estado sólido.

25           38.- Método según cualquiera de los puntos 35 a 37, en el que dicha sustancia, antes de ser añadida al vehículo líquido, ha sido pre-enfriada.

30           39.- Método según cualquiera de los puntos 1 a 38, en el que, durante el enfriamiento del gas para su licuación, pasando el gas a licuar en intercambio de calor con el vehículo de frío enfriado, la sustancia de las par-



tículas dispersadas en el vehículo líquido es separada del vehículo líquido, tan pronto como dicha sustancia no está ya en estado sólido.

5 40.- Método según cualquiera de los puntos precedentes, en el que al menos algunas de las partículas de la sustancia que experimenta un cambio de fase durante el procedimiento de intercambio de calor están, cada una, encerradas entre una pared.

10 41.- Método según el punto 40, en el que la pared se hace de metal, por ejemplo de aluminio.

42.- Método según el punto 40, en el que la pared se hace de un polímero, por ejemplo polietileno de alta presión.

15 43.- Método según cualquiera de los puntos 40 a 42, en el que la pared que encierra tiene forma de cápsula.

20 44.- Método según cualquiera de los puntos 40 a 43, en el que durante el procedimiento de intercambio de calor entre el vehículo de frío y el gas, por ejemplo gas natural o metano, el vehículo líquido circula entre el gas y las partículas encerradas entre paredes.

45.- Método según el punto 43, en el que las cápsulas están suspendidas en el vehículo líquido.

25 46.- Método para transportar gas, en particular metano o gas natural, en estado licuado.

327211

27 MAY



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

La presente Memoria consta de veinticinco hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 27 MAY. 1900

Alberto del Eizaburu  
For. Poeta