

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 561 751

②1 N° d'enregistrement national :

84 04536

⑤1 Int Cl⁴ : F 17 C 9/00; B 65 D 90/30.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 23 mars 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 39 du 27 septembre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ
ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES
PROCÉDES GEORGES CLAUDE. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Michel Bonneton et Bernard Marchal.

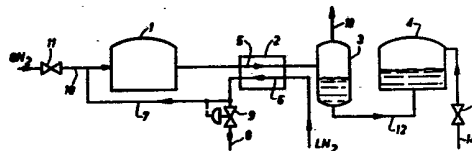
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 Procédé et installation de purge et d'inertage de réservoir.

⑤7 Le réservoir 1 est purgé par de l'azote gazeux résultant
de la vaporisation d'azote liquide ayant subi un échange de
chaleur indirect 2 avec le gaz sortant du réservoir. Ceci permet
de récupérer les produits purgés.

Application au déballastage des navires de transport de gaz
naturel ou de gaz de pétrole liquéfié.



FR 2 561 751 - A1

"PROCEDE ET INSTALLATION DE PURGE ET D'INERTAGE DE RESERVOIR"

La présente invention est relative à un procédé et une installation de purge et d'inertage de réservoir. Elle s'applique en particulier à la purge et à l'inertage des citernes des navires de transport de gaz naturel liquéfié (GNL) ou de gaz de pétrole liquéfié (GPL).

5 Cependant, elle peut également s'appliquer à la purge et à l'inertage d'autres types de réservoirs contenant des produits volatils inflammables, polluants et/ou coûteux.

On sait que de nombreux réservoirs contenant des produits volatils doivent périodiquement être purgés, et qu'il est alors nécessaire de les inerte pour des raisons de sécurité. C'est le cas notamment
10 des cuves ou citernes des navires de transport de GNL ou de GPL après la livraison de la cargaison.

Dans la technique classique, cette opération de purge, que l'on appelle souvent "déballastage", s'effectue en deux temps : mise à température ambiante des citernes, en mer, puis, à quai, injection d'un gaz neutre tel que l'azote. Pendant cette dernière opération, le gaz combustible expulsé des citernes sous la poussée de l'azote, constitué d'hydrocarbures légers, est envoyé à la torchère. En fin d'opération de déballastage, on procède en outre à une injection de gaz combustible dans le
15 mélange sortant des citernes de façon à obtenir à la torchère un mélange combustible stable jusqu'à l'arrêt complet du déballastage.

Cette technique, actuellement très généralisée, n'est pas satisfaisante car elle conduit d'une part à des pertes de temps et d'argent (circulation inutile de navires), d'autre part à des pertes de
25 combustible évaluées entre 2 % et 5 % de la cargaison selon la pression de stockage des gaz liquéfiés. Des inconvénients analogues se présentent dans les autres cas évoqués plus haut.

L'invention a pour but de fournir un procédé et une installation permettant de façon économique de récupérer l'essentiel des
30 produits gazeux expulsés du réservoir pendant la purge.

A cet effet, elle a pour objet un procédé de purge et d'inertage de réservoir, du type dans lequel on expulse un produit gazeux contenu dans le réservoir en y injectant de l'azote, caractérisé en ce qu'on effectue un échange de chaleur indirect entre le gaz sortant du
35 réservoir et de l'azote liquide, de manière à condenser partiellement ce

gaz, et en ce qu'on injecte dans le réservoir l'azote gazeux résultant de cette vaporisation d'azote liquide.

L'invention a également pour objet une installation de purge et d'inertage de réservoir destinée à la mise en oeuvre d'un tel procédé.

5 Cette installation comprend : un séparateur de phases ; un récipient de stockage communiquant avec le séparateur de phases ; et un échangeur de chaleur indirect comportant des premiers passages reliés d'une part au réservoir, d'autre part au séparateur, et des deuxièmes passages reliés d'une part à une source d'azote liquide, d'autre part au réservoir.

10 Quelques exemples de réalisation de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels les figures 1 à 4 illustrent schématiquement quatre variantes de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

Dans tous les modes de réalisation représentés, on voit une
15 installation destinée à purger en vue de son inertage un réservoir 1 qui est par exemple une cuve de navire de transport de GNL ou de GPL. L'installation comprend un échangeur de chaleur indirect 2 à contre-courant, un séparateur de phases 3 et un récipient 4 de stockage des produits liquides récupérés.

20 A la figure 1, l'échangeur 2 comprend des premiers passages 5 reliés en amont au réservoir 1 et en aval au séparateur 3, et des deuxièmes passages 6 reliés en amont à une source d'azote liquide et en aval au réservoir 1 par l'intermédiaire d'une conduite 7. Sur la conduite 7 est piquée une conduite d'évent 8 pourvue d'une vanne 9 pilotée par la
25 pression régnant dans la conduite 7. Une conduite 10 d'amenée d'azote gazeux auxiliaire pourvue d'une vanne 11 et alimentée par une source d'azote extérieure débouche dans la même conduite 7 en aval de l'évent 8.

La base du séparateur 3 est reliée à celle du récipient 4 par une conduite 12, et le sommet du séparateur est équipé d'un évent 13 muni
30 d'un limiteur de pression non représenté. De plus, une conduite 14 pourvue d'une vanne 15 permet d'amener de l'azote gazeux dans la partie supérieure du récipient 4 à partir d'une source d'azote extérieure.

En fonctionnement, de l'azote liquide est vaporisé dans l'échangeur 2 à contre-courant du gaz sortant du réservoir 1. Ce gaz est ainsi
35 partiellement condensé, et le liquide obtenu est recueilli dans le séparateur 3 et transféré dans le récipient 4 par la conduite 12.

L'azote gazeux vaporisé dans l'échangeur 2 est envoyé par la conduite 7 dans le réservoir 1, à l'opposé de l'orifice de sortie des gaz de ce réservoir, et pousse le contenu gazeux du réservoir vers les passages 5 de l'échangeur 2. Ainsi, l'azote est utilisé une première fois
5 pour son pouvoir frigorigène, puis une deuxième fois pour son énergie mécanique et pour ses propriétés d'inertage.

Au fur et à mesure de l'avancement de l'opération, la teneur en gaz combustible du gaz sortant du réservoir diminue. Par suite, la quantité d'azote liquide nécessaire pour récupérer le gaz combustible
10 diminue elle aussi, et il arrive un moment où le débit d'azote vaporisé ne suffit plus pour purger efficacement le réservoir. On injecte alors de l'azote gazeux supplémentaire par la conduite 10.

Comme représenté à la figure 2, si la pression qui règne dans le réservoir 1 est insuffisante et que l'on ne peut pas envisager de
15 l'augmenter notablement, on peut monter un compresseur 16 entre la sortie du réservoir 1 et l'entrée des passages 5. Le gaz formé dans le séparateur 3 peut alors être réinjecté dans les passages 6 de l'échangeur 2 qui véhiculent l'azote liquide par une conduite 17, laquelle est munie d'une vanne 18 pilotée par la pression du séparateur. Une telle réinjec-
20 tion suppose toutefois que la teneur du gaz du séparateur en produit à récupérer est suffisamment faible, de sorte qu'elle n'intervient qu'à un stade déjà avancé de l'opération de purge, dans une phase où, précisément, le débit d'azote nécessaire pour la condensation ne suffit plus pour assurer une purge efficace. L'évent 13 est équipé d'une vanne de commande
25 18A.

Si le gaz contenu dans le réservoir 1 est très froid, le schéma de la figure 2 suppose que l'on dispose d'un compresseur 16 de type cryogénique. Suivant la variante de la figure 3, il peut être plus intéressant de faire appel à un compresseur ordinaire, moins coûteux, et à un
30 échangeur auxiliaire 19 assurant un échange thermique indirect à contre-courant entre le gaz entrant dans le compresseur et le gaz qui en sort. A part cette différence, l'agencement de la figure 3 est identique à celui de la figure 2.

La figure 4 illustre une variante du schéma de la figure 1 qui
35 permet de pousser à un degré élevé la récupération sans augmenter la pression du gaz sortant du réservoir, et donc sans faire appel à un compresseur et à un échangeur de chaleur adapté pour supporter des pressions élevées. Pour cela, il faut abaisser la température dans

l'échangeur 2, ce qui conduit à la présence d'un liquide sous-refroidi dans le séparateur 3. On procède donc à un réchauffage de ce liquide dans la conduite 12 en lui faisant céder des frigories au gaz sortant du réservoir 1 avant que ce dernier ne pénètre dans les passages 5 de l'échangeur principal 2. En d'autres termes, l'échangeur de chaleur auxiliaire 20 assure un échange de chaleur à contre-courant entre la conduite de sortie du réservoir et la conduite 12, et le gaz traité est prérefroidi avant d'échanger de la chaleur avec l'azote liquide. On comprend que cette variante améliore le bilan thermique de l'insatillation.

On a également représenté à la figure 4 un by-pass 21 reliant les tronçons de la conduite de sortie du réservoir situés avant et après l'échangeur 20. Ce by-pass est équipé d'une vanne 22 pilotée par la température régnant dans la conduite 12 en aval de l'échangeur 20. Ainsi, le débit de gaz qui traverse effectivement cet échangeur est piloté par la quantité de chaleur qui est échangée.

Dans chaque mode de réalisation, il est possible de renvoyer du gaz issu du séparateur 3 dans la partie supérieure du récipient 4 pour inerte ce dernier, comme représenté par une conduite 23 munie d'une vanne 24 aux figures 2 et 3.

Il est clair que le procédé et l'installation suivant l'invention peuvent s'appliquer à de nombreux cas où il est nécessaire de purger un réservoir d'un contenu gazeux coûteux, polluant, etc, par exemple un réservoir d'ammoniac, d'acide, d'hydrocarbures, etc.

REVENDICATIONS

1. - Procédé de purge et d'inertage de réservoir (1), du type dans lequel on expulse un produit gazeux contenu dans le réservoir en y injectant de l'azote, caractérisé en ce qu'on effectue un échange de
5 chaleur indirect (2) entre le gaz sortant du réservoir et de l'azote liquide, de manière à condenser partiellement ce gaz, et en ce qu'on injecte dans le réservoir l'azote gazeux résultant de cette vaporisation d'azote liquide.

2. - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que,
10 dans une phase avancée de l'opération, on effectue également un échange de chaleur indirect (2) entre le gaz sortant du réservoir et du gaz résultant de ladite condensation partielle, ce dernier gaz étant adjoint audit azote gazeux.

3. - Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caracté-
15 risé en ce qu'on envoie du gaz résultant de ladite condensation partielle dans la partie supérieure d'un récipient (4) de stockage du liquide recueilli lors de cette condensation.

4. - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on comprime le gaz à sa sortie du réservoir.

20 5. - Procédé suivant la revendication 4, pour réservoir (1) contenant un produit gazeux à basse température, caractérisé en ce qu'on effectue un échange de chaleur indirect (19) entre le gaz sortant du réservoir et le gaz comprimé.

25 6. - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on effectue un échange de chaleur indirect (20) entre le gaz sortant du réservoir et le liquide résultant de ladite condensation partielle.

30 7. - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, dans une phase avancée de l'opération, on complé-
mente ladite injection d'azote gazeux par une injection dans le réservoir (1) d'azote gazeux provenant d'une source extérieure (10).

8. - Installation de purge et d'inertage de réservoir (1), caractérisée en ce qu'elle comprend : un séparateur de phases (3) ; un récipient de stockage (4) communiquant avec le séparateur de phases ; et
35 un échangeur de chaleur indirect (2) comportant des premiers passages (5) reliés d'une part au réservoir (1), d'autre part au séparateur (3), et

des deuxièmes passages (6) reliés d'une part à une source d'azote liquide, d'autre part au réservoir (1).

9. - Installation suivant la revendication 8, caractérisée en ce qu'un compresseur (16) est interposé entre le réservoir (1) et l'entrée desdits premiers passages (5) de l'échangeur de chaleur (2).

10. - Installation suivant l'une des revendications 8 et 9, caractérisée en ce qu'elle comprend un échangeur de chaleur indirect auxiliaire (20) comprenant des troisièmes passages reliés à la partie inférieure du séparateur de phases (3) et du récipient de stockage (4), et des quatrièmes passages reliés d'une part au réservoir (1) ou à la sortie du compresseur (16) et d'autre part à l'entrée desdits premiers passages (5), et/ou un échangeur de chaleur indirect auxiliaire (19) qui met en relation d'échange thermique les conduites d'entrée et de sortie du compresseur (16).

15 11. - Installation suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (17, 18, 22, 23) pour envoyer du gaz issu du séparateur (3) dans lesdits deuxièmes passages (6) et/ou dans le récipient de stockage (4).

1/2

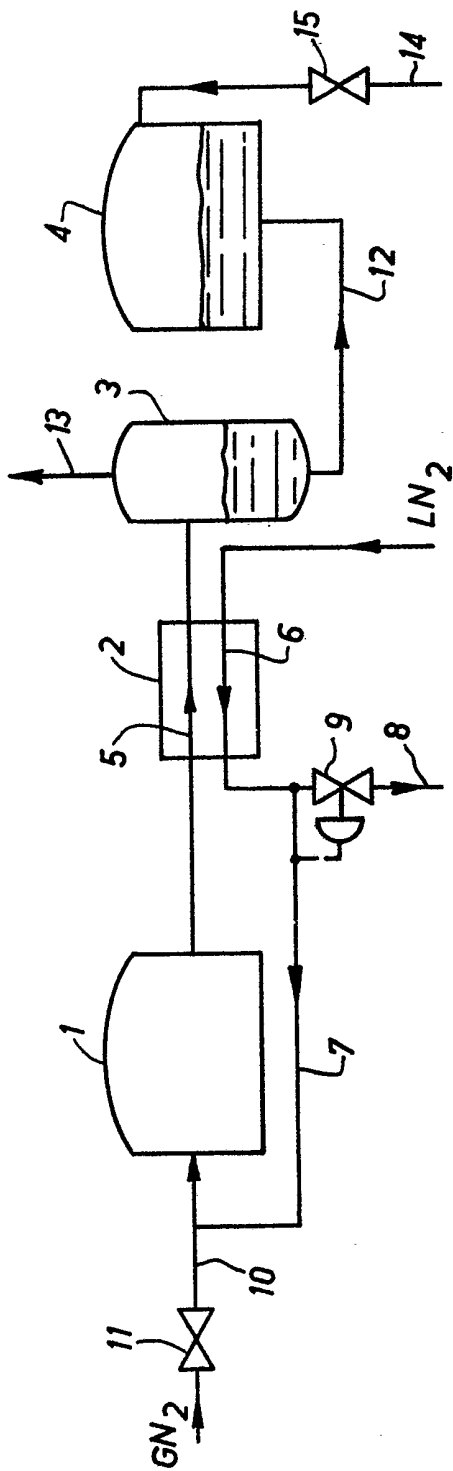


FIG. 1

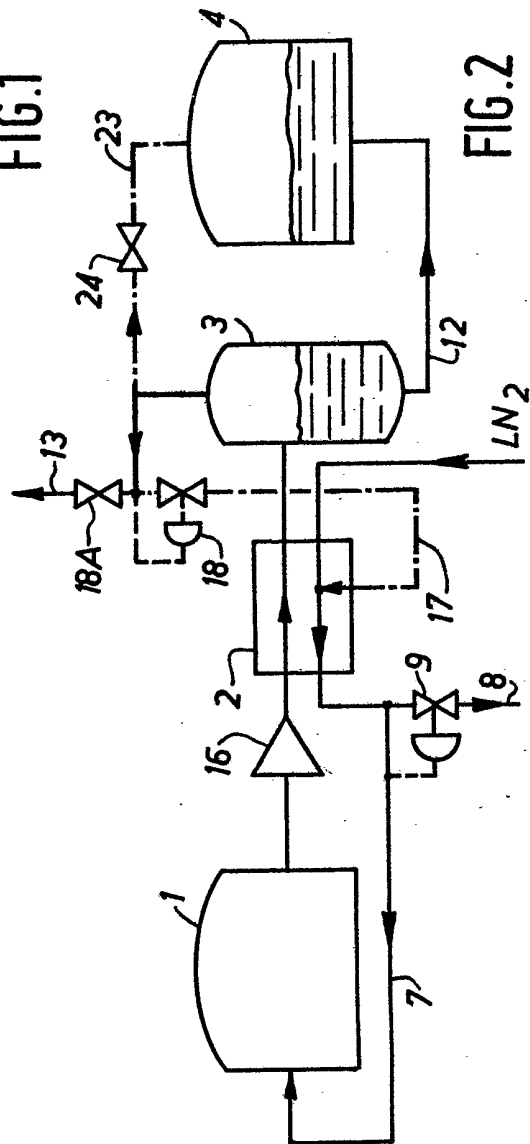


FIG. 2

