(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 712 419 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
09.08.2017 Bulletin 2017/32

(21) Numéro de dépôt: **12714821.1**

(22) Date de dépôt: **21.03.2012**

(51) Int Cl.:
F25J 3/04 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2012/050587

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2012/131231 (04.10.2012 Gazette 2012/40)

(54) PROCEDE DE SEPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE

VERFAHREN ZUR TRENNUNG VON LUFT DURCH KRYOGENE DESTILLATION

METHOD FOR SEPARATING AIR BY MEANS OF CRYOGENIC DISTILLATION

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **31.03.2011 FR 1152733**

(43) Date de publication de la demande:
02.04.2014 Bulletin 2014/14

(73) Titulaire: **L'Air Liquide Société Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75007 Paris (FR)

(72) Inventeur: **LE BOT, Patrick**
F-94300 Vincennes (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan**
L'Air Liquide SA
Direction de la Propriété Intellectuelle
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-2007/033838
WO-A1-2009/021350
FR-A1- 2 896 860
FR-A1- 2 913 759

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 712 419 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de séparation d'air par distillation d'air, notamment destiné à produire de l'oxygène et/ou de l'azote et/ou de l'argon, du type dans lequel l'air à distiller est préalablement épuré au moyen d'au moins deux adsorbeurs qui suivent chacun, en décalage, un cycle où se succèdent une phase d'adsorption, à une pression du cycle, et une phase de régénération se terminant par une pressurisation de l'adsorbeur, conformément au préambule de la revendication 1 et connu des documents FR-A-2 896 860 et WO-A-2007/033838. Les pressions dont il est question ici sont des pressions absolues.

[0002] Dans ce type d'installation, la distillation de l'air, préalablement comprimé par un appareil de compression, s'effectue par voie cryogénique et nécessite donc de purifier l'air afin d'en éliminer les constituants dont les températures de solidification sont supérieures à la température de distillation de l'air, à savoir principalement l'eau et le dioxyde de carbone. L'objectif principal de la distillation de l'air est de fournir, sous forme liquide et/ou gazeuse, de l'oxygène et/ou de l'azote et/ou de l'argon. Cette production engendre la coproduction de fluides à faible teneur en oxygène, tels que, par exemple, de l'azote impur, dit azote résiduaire, et de l'azote à plus haute pureté, sous forme liquide ou gazeuse.

[0003] La purification de l'air à distiller est couramment effectuée par adsorption des constituants gênants, au moyen en général de deux bouteilles contenant des substances adsorbantes disposées en lit et fonctionnant en cycles alternés. Pendant qu'une bouteille est en phase d'adsorption, c'est à dire qu'elle épure l'air devant être distillé, l'autre bouteille est en phase de régénération, c'est à dire qu'elle est balayée par un gaz de régénération sec, tel que l'azote résiduaire, désorbant les impuretés fixées sur l'adsorbant lors de sa phase d'adsorption précédente. La régénération de l'adsorbant est d'autant plus efficace qu'elle est appliquée à haute température et à une basse pression par rapport à celle maintenue pendant l'adsorption, ce qui oblige à pressuriser une bouteille terminant sa phase de régénération, afin de la remettre en condition de pression satisfaisante pour sa phase d'adsorption à venir.

[0004] Pour cela, l'état de l'art consiste à prélever une fraction d'air épuré en sortie de la bouteille en phase d'adsorption et de la détendre vers la bouteille en fin de phase régénération, afin d'augmenter la pression de cette dernière. Pendant cette opération, il est cependant indispensable de maintenir constant le débit d'air à envoyer à la distillation afin d'éviter toute fluctuation d'alimentation de l'appareil de distillation et pour maintenir la production d'oxygène et/ou d'azote et/ou d'argon. Aussi, pendant chaque repressurisation, l'appareil de compression d'air doit fournir ce surplus d'air qui sert à la pressurisation Cependant, ce débit d'air supplémentaire implique un surdimensionnement, et donc un surcoût, de l'appareil de compression. Il lui est en effet demandé de fournir un débit d'air comprimé supplémentaire de l'ordre de 5% du débit d'air nominal traité par la bouteille en adsorption (selon l'optimisation du cycle), pendant une durée de pressurisation de l'ordre de 15 minutes pour une bouteille de dimension courante.

[0005] Par suite, en dehors de la durée de pressurisation, l'appareil de compression fonctionne au débit d'air nominal, c'est-à-dire celui qui correspond à la capacité de séparation de l'appareil de séparation d'air.

[0006] Ainsi pour un débit maximal de compresseur de 100 kNm3/h, le débit normal d'utilisation sera 95 kNm3/h envoyé à la boîte froide où a lieu la distillation et 100 kNm3/h uniquement pour la seule phase de pressurisation en fin de régénération où 5 kNm3/h d'air sont envoyés pour pressuriser une des bouteilles.

[0007] Certains procédés de séparation d'air utilisent un système à air perdu dans lequel la totalité de l'air épuré n'est pas envoyée aux colonnes de distillation. On trouve généralement dans ce cas une turbine de détente qui détendra jusqu'à une pression proche de la pression atmosphérique l'air excédentaire par rapport au besoin d'oxygène.

[0008] Dans ce type de procédé, il est préférable de ne pas appliquer la méthode conventionnelle de pressurisation des adsorbeurs.

[0009] FR-A-2896860 et WO-A-2007/033838 décrivent l'ajustement des débits à l'intérieur d'une boîte froide d'un appareil de séparation d'air, afin de conserver les débits de production lors de la phase de repressurisation, mais ne concernent pas un système à air perdu.

[0010] Le but de l'invention est d'éviter le surdimensionnement des compresseurs en réduisant, voire en supprimant, l'augmentation du débit d'air à comprimer pour fournir le gaz supplémentaire nécessaire à la pressurisation des bouteilles d'adsorbant.

[0011] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de distillation d'air, notamment destiné à produire de l'oxygène et/ou de l'azote et/ou de l'argon, du type dans lequel l'air à distiller est préalablement comprimé dans un compresseur, épuré au moyen d'au moins deux adsorbeurs qui suivent chacun, en décalage, un cycle où se succèdent une phase d'adsorption, à une haute pression du cycle (P_{ads}), et une phase de régénération à une basse pression P_{atmos} se terminant par une phase de repressurisation de l'adsorbeur, de l'air épuré est refroidi dans une ligne d'échange et ensuite envoyé à une colonne de distillation d'un système de colonnes et des fluides enrichis en oxygène et en azote sont soutirés d'une colonne du système de colonnes, uniquement pendant la phase de repressurisation un débit d'air épuré, constituant entre 3 et 20 % de l'air comprimé dans le compresseur, sert à pressuriser, au moins partiellement, l'adsorbeur terminant sa phase de régénération et le débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la phase d'adsorption est sensiblement égal au débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la pressurisation de l'adsorbeur, caractérisé en ce qu'une partie de l'air épuré est envoyée à une turbine où elle est détendue et ensuite

envoyée à l'atmosphère pour assurer au moins partiellement le maintien en froid pendant le cycle entier et en ce que le débit d'air détendu envoyé à l'air pendant la pressurisation d'un adsorbeur est inférieur à celui envoyé à l'air pendant la phase d'adsorption du même adsorbeur, voire pendant le reste du cycle en dehors de phase de pressurisation.

[0012] Le terme « sensiblement égal » couvre le cas dans lequel le débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la phase d'adsorption diffère d'au plus 5%, de préférence d'au plus 3%, du débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la pressurisation de l'adsorbeur. Les deux débits sont de préférence strictement égaux.

[0013] Suivant d'autres caractéristiques de ce procédé, prises isolément ou selon les combinaisons techniquement possibles :

- le débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la phase d'adsorption d'un adsorbeur est égal au débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la pressurisation de l'adsorbeur ;
- la réduction du débit d'air envoyé à la turbine et ensuite à l'air pendant la repressurisation est égale au débit d'air utilisée pendant la repressurisation pour pressuriser l'adsorbeur terminant sa phase de repressurisation ;
- la quantité d'air envoyée à la distillation est constante pendant tout le cycle ;
- la réduction du débit d'air envoyé à la turbine et ensuite à l'air pendant la pressurisation d'un adsorbeur est inférieure au débit d'air utilisée pendant la repressurisation pour pressuriser l'adsorbeur terminant sa phase de repressurisation ;
- pendant la phase de repressurisation le débit d'air comprimé dans le compresseur augmente par rapport au débit envoyé pendant le reste du cycle et la quantité d'air envoyée à la distillation reste égale à celle envoyée pendant le reste du cycle ;
- un débit liquide est produit comme produit final ;
- lequel le procédé d'épuration est une adsorption de type PSA, TSA ou TPSA ;
- de l'air est détendu dans une turbine et envoyé à une colonne du système de colonnes :
- le système de colonnes est constitué par une double colonne comprenant une colonne moyenne pression et une colonne basse pression
- on soutire un débit riche en oxygène de la colonne basse pression et on le vaporise dans la ligne d'échange.

[0014] Le terme « PSA » utilisé dans ce document signifie « Adsorption à pression modulée » ou Pressure swing adsorption » en anglais. Le terme « TSA » utilisé dans ce document signifie « Adsorption à température modulée » ou « Temperature swing adsorption » en anglais. Le terme « TPSA » utilisé dans ce document signifie « Adsorption à pression et température modulées » ou « Temperature and pressure swing adsorption » en anglais. »

[0015] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant au dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue schématique d'une installation pour opérer le procédé selon l'invention.

[0016] Sur la figure 1 est représentée une installation 1 de distillation d'air selon l'invention. Cette installation est par exemple destinée à produire de l'oxygène gazeux OG, ainsi que de l'oxygène liquide OL.

[0017] L'installation 1 comprend essentiellement :

- un compresseur d'air 4 ;
- un appareil 6 d'épuration d'air par adsorption, lequel appareil comporte, d'une part, deux adsorbeurs 7A, 7B sous forme de deux bouteilles contenant chacune des matériaux adsorbants, par exemple du tamis moléculaire avec éventuellement de l'alumine, capable d'adsorber l'eau et le dioxyde de carbone présents dans l'air, et, d'autre part, des conduites et des vannes de raccordement dont la disposition apparaîtra clairement lors de la description du procédé mis en oeuvre dans l'installation 1 et qui permettent de soumettre successivement chaque adsorbeur 7A, 7B au flux d'air à distiller et à un gaz de régénération de l'adsorbant ;
- une turbine d'air perdu 27 ;
- un compresseur froid 3 ;
- une turbine 5 dite Claude envoyant de l'air à la colonne moyenne pression ;
- une ligne principale d'échange thermique 8 ;
- un appareil de distillation d'air sous forme d'une double colonne 10 comportant une colonne moyenne pression 12, une colonne basse pression 14 et un vaporiseur-condenseur 16 couplant ces deux colonnes, ainsi qu'une colonne de séparation d'argon 26 ; et
- un réservoir 18 de stockage d'oxygène liquide.

[0018] Le fonctionnement de l'installation 1 de la figure 1 est le suivant.

[0019] L'air à distiller 23, préalablement comprimé par le compresseur 4, est épuré par l'un des adsorbeurs 7A, 7B de l'appareil 6, puis refroidi par la ligne principale d'échange thermique 8 jusqu' à une température intermédiaire. L'adsorption peut être du type TSA, PSA ou TPSA. Une partie 25 de l'air est envoyée à une turbine d'air perdu 27 et l'air détendu est envoyé à l'atmosphère après réchauffage dans l'échangeur 8. Le reste de l'air poursuit son refroidissement. Une autre partie 29 de l'air est envoyée au compresseur froid 3 puis renvoyée à la ligne d'échange 8. Une partie du débit surpressé est détendue dans une turbine 5 jusqu'à la moyenne pression pour former le débit détendu 7. Le débit détendu 7 au voisinage de son point de rosée est introduit en cuve de

la colonne moyenne pression 12. Le reste de l'air surpressé 9 poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange 8, est détendu dans une vanne V puis est envoyé à un niveau intermédiaire de la colonne moyenne pression 12.

[0020] Le vaporiseur-condenseur 16 vaporise de l'oxygène liquide, par exemple en ayant une pureté de 99,5%, de la cuve de la colonne basse pression 14, par condensation d'azote gazeux de tête de la colonne moyenne pression 12.

[0021] Du « liquide riche » LR (air enrichi en oxygène), prélevé en cuve de la colonne moyenne pression 12, est injecté, après détente, à un niveau intermédiaire de la colonne basse pression 14, tandis que de l'azote liquide NL, sensiblement pur, est prélevé en tête de la colonne moyenne pression 12 pour alimenter le réservoir 22 et la tête de la colonne basse pression 14. De l'azote liquide et/ou de l'oxygène liquide est produit comme produit final, envoyé au client sous forme liquide.

[0022] De l'azote impur ou « résiduaire » NR, soutiré du sommet de la colonne basse pression 14, est renvoyé à la ligne principale d'échange thermique 8, où il provoque le refroidissement de l'air à distiller.

[0023] De l'oxygène liquide OL est soutiré de la cuve de la colonne basse pression 14 et alimente le réservoir de stockage 18. Après pressurisation dans la pompe P, il se vaporise dans la ligne principale d'échange thermique 8 et distribué par une conduite de production 32 pour former de l'oxygène gazeux sous pression.

[0024] Une colonne de production d'argon 26 est alimentée à partir de la colonne basse pression 14.

[0025] Le fonctionnement de l'installation qui vient d'être décrit peut être mis en oeuvre de façon continue, à l'exception du fonctionnement de l'appareil d'épuration 6, qui suit dans le temps un cycle de pressions de la figure 2. Cependant il est possible que tous les fluides ne soient pas produits en permanence, selon les besoins du client, le coût de l'électricité etc.

[0026] Le cycle de la figure 2, dont la période est, à titre d'exemple, égale à 360 minutes environ pour une pression d'adsorption sensiblement égale à 20 bars, comprend 4 étapes successives I à IV.

[0027] Ces quatre étapes vont maintenant être décrites successivement pour l'adsorbeur 7A, étant entendu que l'adsorbeur 7B suit ces mêmes étapes avec un décalage temporel valant sensiblement $\frac{T}{2}$, au moyen de vannes de raccordement ouvertes ou fermées désignées par les mêmes références à venir que celles de l'adsorbeur 7A, la lettre A étant à remplacer par la lettre B et l'état de chaque vanne (ouverte/fermée) étant à inverser (fermée/ouverte).

[0028] Lors de l'étape I, c'est à dire de t = 0 à $\underline{t} = \frac{T}{2}$, l'adsorbeur 7A est en phase d'adsorption sous une pression de fonctionnement haute notée P_{ads}, tandis que l'adsorbeur 7B est en phase de régénération. L'air comprimé par le compresseur 4 alimente l'adsorbeur 7A, via une vanne 40A ouverte. La sortie de l'adsorbeur 7A est reliée à la ligne d'échange 8, via une vanne 42A ouverte.

[0029] Lors des étapes II, III et IV, l'adsorbeur 7A est en phase de régénération, tandis que l'adsorbeur 7B est en phase d'adsorption. Plus précisément, lors de l'étape II, une vanne 44A de mise à l'air de l'adsorbeur 7A est ouverte de façon à ce que la pression à l'intérieur de la bouteille de l'adsorbeur 7A soit ramenée à une pression sensiblement égale à la pression atmosphérique, notée P_{atmo} sur la figure 2.

[0030] Lors de l'étape III, la vanne 44A reste ouverte et de l'azote résiduaire NR soutiré en tête de la colonne basse pression 14 puis réchauffé dans l'échangeur 8 alimente, via une vanne 46A ouverte, l'adsorbeur 7A pour y circuler à contre-courant. Il s'agit de la phase effective de la régénération pendant laquelle les impuretés sont désorbées et les lits régénérés. Lors de l'étape IV, les vannes 44A et 46A sont fermées, afin de permettre la pressurisation de l'adsorbeur. Dans un premier temps, c'est-à-dire lors d'une première sous-étape IV', la pressurisation de l'adsorbeur est assurée par un flux d'air épuré, via la vanne 42A ouverte, ce flux d'air épuré venant des bouteilles 7A, 7B. La sous-étape IV' se poursuit par la sous-étape IV" jusqu'à ce que la pression à l'intérieur de l'adsorbeur 7A soit sensiblement égale à la pression haute $P_{ads.}$, par ouverture de la vanne 50.

[0031] Par le procédé selon l'invention, la pressurisation de chaque adsorbeur ne nécessite plus, pendant l'étape IV, d'augmenter le débit du compresseur 4. De cette façon, le compresseur 4 est dimensionné de façon optimale, c'est-à- dire de sorte que son débit nominal soit sensiblement constant. Les coûts d'investissement et de fonctionnement de cet appareil de compression s'en trouvent diminués, par rapport à ceux des installations relevant de l'art antérieur.

[0032] Lors de la phase d'adsorption, le compresseur 4 comprime 100 kNm^3/h d'air et tout l'air épuré est envoyé à la ligne d'échange 8. 30 kNm^3/h d'air sont envoyés à la turbine d'air perdu 5. 70 kNm^3/h d'air sont envoyés au système de colonnes de distillation.

[0033] Lors de la phase de pressurisation en fin de phase de régénération, le compresseur 4 comprime 100 kNm^3/h d'air, 95 kNm^3/h sont envoyés à la ligne d'échange 8 et 5 kNm^3/h sont envoyés pour pressuriser une bouteille d'adsorption. 25 kNm^3/h d'air (donc 5 kNm^3/h en moins) sont envoyés à la turbine d'air perdu 5 et 70 kNm^3/h d'air sont toujours envoyés au système de colonnes de distillation.

[0034] Il sera compris que cette invention s'applique à tout procédé impliquant une turbine d'air perdu, qu'il y ait compression dans un compresseur froid ou pas, double colonne ou pas, production d'argon ou pas, pressurisation et vaporisation d'oxygène liquide ou pas.

[0035] Il sera compris également que si la réduction du débit d'air perdu est inférieur au débit envoyé à la pressurisation, soit le débit comprimé devra augmenter

pendant la pressurisation et le débit d'air distillé reste inchangé soit moins d'air sera envoyé à la distillation et le débit comprimé restera inchangé.

Revendications

1. Procédé de distillation d'air, notamment destiné à produire de l'oxygène et/ou de l'azote et/ou de l'argon, du type dans lequel l'air à distiller est préalablement comprimé dans un compresseur (4), épuré au moyen d'au moins deux adsorbeurs (7A, 7B) qui suivent chacun, en décalage, un cycle où se succèdent une phase d'adsorption, à une haute pression du cycle (P_{ads}), et une phase de régénération à une basse pression P_{atmos} se terminant par une phase de repressurisation de l'adsorbeur, de l'air épuré est refroidi dans une ligne d'échange (8) et ensuite envoyé à une colonne de distillation (12) d'un système de colonnes et des fluides enrichis en oxygène et en azote sont soutirés d'une colonne (14) du système de colonnes, uniquement pendant la phase de repressurisation un débit d'air épuré, constituant entre 3 et 20 % de l'air comprimé dans le compresseur, sert à pressuriser, au moins partiellement, l'adsorbeur terminant sa phase de régénération et le débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la phase d'adsorption est sensiblement égal au débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la pressurisation de l'adsorbeur, **caractérisé en ce qu'**une partie de l'air épuré est envoyée à une turbine (27) où elle est détendue et ensuite envoyée à l'atmosphère pour assurer au moins partiellement le maintien en froid du procédé pendant le cycle entier et **en ce que** le débit d'air détendu envoyé à l'air pendant la pressurisation d'un adsorbeur est inférieur à celui envoyé à l'air pendant la phase d'adsorption du même adsorbeur.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le débit d'air détendu envoyé à l'air pendant la pressurisation d'un adsorbeur est inférieur à celui envoyé à l'air pendant le reste du cycle en dehors de phase de pressurisation.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le débit d'air comprimé dans le compresseur (4) pendant la phase d'adsorption d'un adsorbeur est égal au débit d'air comprimé dans le compresseur pendant la pressurisation de l'adsorbeur.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2 ou 3 dans lequel la réduction du débit d'air envoyé à la turbine (27) et ensuite à l'air pendant la repressurisation est égale au débit d'air utilisée pendant la repressurisation pour pressuriser l'adsorbeur terminant sa phase de repressurisation.

5. Procédé selon la revendication 4 dans lequel la quantité d'air envoyée à la distillation est constante pendant tout le cycle.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 ou 3 dans lequel la réduction du débit d'air envoyé à la turbine (27) et ensuite à l'air pendant la pressurisation d'un adsorbeur est inférieure au débit d'air utilisée pendant la repressurisation pour pressuriser l'adsorbeur terminant sa phase de repressurisation.

7. Procédé selon la revendication 6 quand celle-ci ne dépend pas de la revendication 3 dans lequel pendant la phase de repressurisation le débit d'air comprimé dans le compresseur (4) augmente par rapport au débit envoyé pendant le reste du cycle et la quantité d'air envoyée à la distillation reste égale à celle envoyée pendant le reste du cycle.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel un débit liquide (22) est produit comme produit final.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le procédé d'épuration est une adsorption de type PSA, TSA ou TPSA.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel de l'air est détendu dans une turbine (5) et envoyé à une colonne du système de colonnes.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le débit d'air détendu envoyé à l'air pendant la pressurisation d'un adsorbeur est inférieur à celui envoyé à l'air pendant le reste du cycle en dehors de toute phase de pressurisation.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le système de colonnes est constitué par une double colonne (10) comprenant une colonne moyenne pression (12) et une colonne basse pression (14).

13. Procédé selon la revendication 12 dans lequel on soutire un débit riche en oxygène de la colonne basse pression (14) et on le vaporise dans la ligne d'échange (8).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Luftdestillation, insbesondere bestimmt zum Produzieren von Sauerstoff und/oder Stickstoff und/oder Argon, der Art, wobei die zu destillierende Luft vorher in einem Kompressor (4) komprimiert, mit Hilfe von mindestens zwei Adsorbern (7A, 7B), die jeweils versetzt einem Zyklus folgen, wo sich eine Adsorptionsphase bei einem ho-

hen Zyklusdruck (P_{ads}) und eine Regenerationsphase bei einem niedrigen Druck P_{atmos}, die durch eine Phase erneuter Druckbeaufschlagung des Adsorbers terminiert wird, abwechseln, gereinigt wird, gereinigte Luft in einer Austauschleitung (8) gekühlt und danach zu einer Destillationskolonne (12) eines Kolonnensystems geleitet wird, und mit Sauerstoff und Stickstoff angereicherten Fluide aus einer Kolonne (14) des Kolonnensystems abgezogen werden, ausschließlich während der Phase erneuten Druckbeaufschlagens ein Volumenstrom gereinigter Luft, bestehend aus zwischen 3 und 20 % im Kompressor komprimierter Luft, mindestens teilweise zum Druckbeaufschlagen des Adsorbers dient, welcher seine Regenerationsphase terminiert, und der während der Adsorptionsphase im Kompressor komprimierte Volumenstrom an Luft im Wesentlichen gleich dem während des Druckbeaufschlagens des Adsorbers im Kompressor komprimierte Volumenstrom an Luft ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil der gereinigten Luft zu einer Turbine (27) geleitet wird, wo er entspannt und danach zur Atmosphäre geleitet wird, um während des gesamten Zyklus mindestens teilweise das Aufrechterhalten der Kälte des Verfahrens zu gewährleisten, und dadurch, dass der während des Druckbeaufschlagens eines Adsorbers in die Luft geleitete Volumenstrom entspannter Luft geringer ist als derjenige, der während der Adsorptionsphase des gleichen Adsorbers in die Luft geleitet wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der während der Druckbeaufschlagung eines Adsorbers in die Luft geleitete Volumenstrom entspannter Luft geringer ist als derjenige, der während des restlichen Zyklus und außerhalb der Druckbeaufschlagungsphase in die Luft geleitet wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Volumenstrom der während der Adsorptionsphase eines Adsorbers in dem Kompressor (4) komprimierten Luft gleich dem Volumenstrom der während der Druckbeaufschlagung des Adsorbers in dem Kompressor komprimierten Luft ist.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2 oder 3, wobei die Reduktion des Volumenstroms der zu der Turbine (27) und danach während der erneuten Druckbeaufschlagung in die Luft geleiteten Luft gleich dem während der erneuten Druckbeaufschlagung zum Druckbeaufschlagen des Adsorbers, der seine Phase der erneuten Druckbeaufschlagung terminiert, verwendeten Volumenstrom an Luft ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei die Menge der zur Destillation geleiteten Luft während des ganzen Zyklus konstant ist.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2 oder 3, wobei die Reduktion des Volumenstroms der während der Druckbeaufschlagung eines Adsorbers zu der Turbine (27) und danach in die Luft geleiteten Luft geringer ist als der Volumenstrom der während des erneuten Druckbeaufschlagens zum Druckbeaufschlagen des seine Phase des erneuten Druckbeaufschlagens terminierenden Adsorbers verwendeten Luft ist.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, wenn dieser nicht von Anspruch 3 abhängt, wobei der Volumenstrom von im Kompressor (4) komprimierter Luft während der Phase erneuten Druckbeaufschlagens in Bezug zu dem während des restlichen Zyklus geleiteten Volumenstroms vergrößert wird, und die Menge an zur Destillation geleiteten Luft gleich derjenigen bleibt, die während des restlichen Zyklus geleitet wird.

8. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei ein flüssiger Volumenstrom (22) als finales Produkt produziert wird.

9. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Reinigungsverfahren eine Adsorption der Art PSA, TSA oder TPSA ist.

10. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Luft in einer Turbine (5) entspannt und zu einer Kolonne des Kolonnensystems geleitet wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der während der Druckbeaufschlagung eines Adsorbers in die Luft geleitete Volumenstrom entspannter Luft geringer ist als derjenige, der während des restlichen Zyklus und außerhalb jeder Druckbeaufschlagungsphase in die Luft geleitet wird.

12. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Kolonnensystem aus einer doppelten Kolonne (10) besteht, die eine Mitteldruckkolonne (12) und eine Niederdruckkolonne (14) umfasst.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei ein sauerstoffreicher Volumenstrom von der Niederdruckkolonne (14) abgezogen und in der Austauschleitung (8) verdampft wird.

Claims

1. Method for distilling air, in particular intended to produce oxygen and/or nitrogen and/or argon, of the type wherein the air to be distilled is compressed beforehand in a compressor (4), purified by means of two adsorbers (7A, 7B) which each follow, offset,

a cycle with in succession an adsorption phase, at a high pressure of the cycle (P_{ads}), and a regeneration phase at a low pressure P_{atmos} ending with a repressurisation phase of the adsorber, purified air is cooled in an exchange line (8) and is then sent to a distillation column (12) of a system of columns and oxygen- and nitrogen-rich fluids are extracted from a column (14) of the system of columns, only during the repressurisation phase a purified airflow, constituting between 3 and 20% of the compressed air in the compressor, used to at least partially pressurise the adsorber completing the regeneration phase thereof and the airflow compressed in the compressor during the adsorption phase is substantially equal to the compressed airflow in the compressor during the pressurisation of the adsorber, **characterised in that** a portion of the purified air is sent to a turbine (27) where it is decompressed and then sent into the atmosphere so as to at least partially ensure the maintaining cold of the method during the entire cycle and **in that** the amount of decompressed airflow sent into the air during the pressurisation of an adsorber is less than the amount sent into the air during the adsorption phase of the same adsorber.

2. Method according to claim 1 wherein the amount of decompressed airflow sent into the air during the pressurisation of an adsorber is less than that sent into the air during the rest of the cycle outside of the pressurisation phase.

3. Method according to claim 1 or 2 wherein the airflow compressed in the compressor (4) during the adsorption phase of an adsorber is equal to the compressed airflow in the compressor during the pressurisation of the adsorber.

4. Method according to claim 1 or 2 or 3 wherein the reduction in the airflow sent to the turbine (27) and then into the air during the repressurisation is equal to the airflow used during repressurisation in order to pressurise the adsorber complete the repressurisation phase thereof.

5. Method according to claim 4 wherein the quantity of air sent to distillation is constant throughout the entire cycle.

6. Method according to one of claims 1 or 2 or 3 wherein the reduction in the airflow sent to the turbine (27) and then into the air during the pressurisation of an adsorber is less than the airflow used during the repressurisation to pressurise the adsorber completing the repressurisation phase thereof.

7. Method according to claim 6 when the latter does not depend on claim 3 wherein during the repressurisation phase the airflow compressed in the compressor (4) increases in relation to the flow sent during the rest of the cycle and the quantity of air sent to distillation remains equal to that sent during the rest of the cycle.

8. Method according to one of the preceding claims wherein a liquid flow (22) is produced as a final product.

9. Method according to one of the preceding claims wherein the method of purification is an adsorption of the PSA, TSA or TPSA type.

10. Method according to one of the preceding claims wherein air is decompressed in a turbine (5) and sent to a column of the system of columns.

11. Method according to one of the preceding claims wherein the amount of decompressed airflow sent into the air during the pressurisation of an adsorber is less than that sent to the air during the rest of the cycle outside any phase of pressurisation.

12. Method according to one of the preceding claims wherein the system of columns is comprised of a double column (10) comprising an average pressure column (12) and a low pressure column (14).

13. Method according to claim 12 wherein an oxygen-rich flow is extracted from the low pressure column (14) and it is vaporised in the exchange line (8).

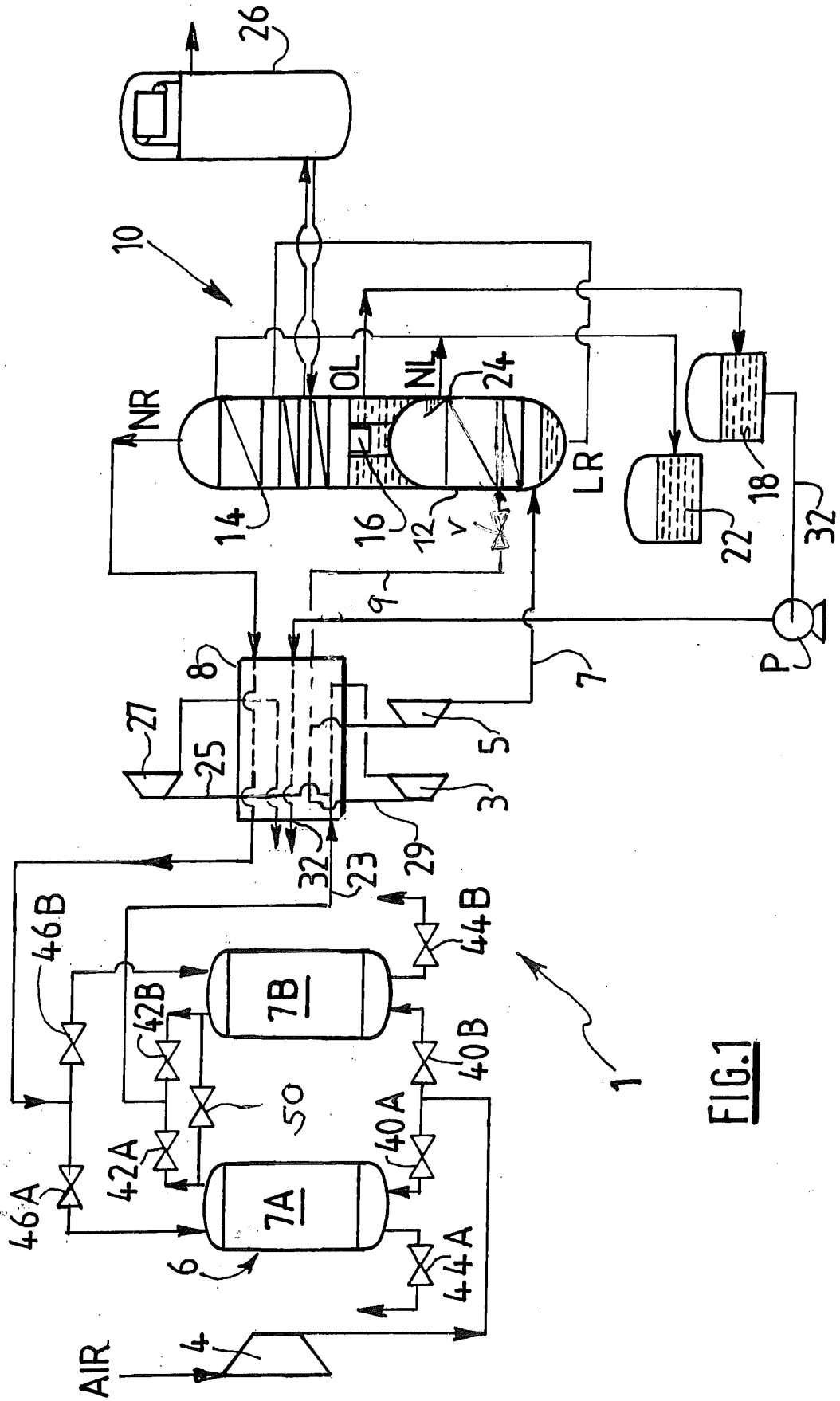

26
10
NR
OL
NL
24
LR
14
16
12
V
22
18
32
9
8
7
P
27
25
5
3
29
32
23
46B
44B
42B
7B
40B
50
42A
40A
46A
7A
6
44A
AIR
4
1

FIG.1

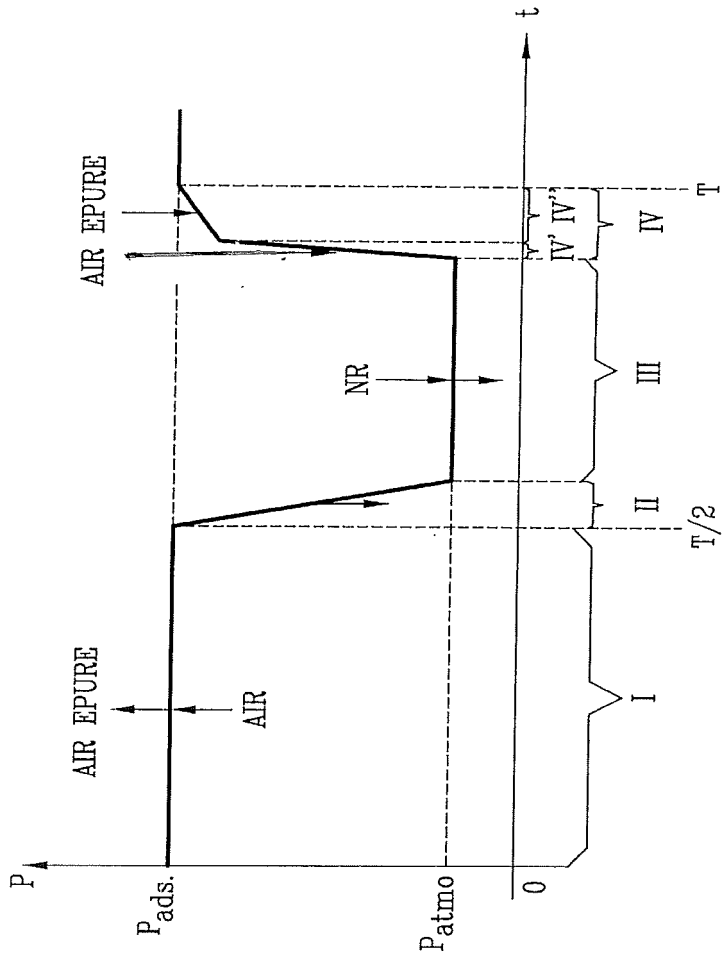


FIG.2

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2896860 A **[0001] [0009]**
- WO 2007033838 A **[0001] [0009]**