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

(11) **EP 2 895 811 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
23.11.2016 Bulletin 2016/47

(21) Numéro de dépôt: **13767026.1**

(22) Date de dépôt: **28.08.2013**

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

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2013/051985

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2014/041274 (20.03.2014 Gazette 2014/12)

(54) PROCÉDÉ ET APPAREIL DE SÉPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGÉNIQUE.

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR LUFTTRENNUNG DURCH KRYOGENE DESTILLATION

METHOD AND APPARATUS FOR SEPARATING AIR BY 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: **12.09.2012 FR 1258549**

(43) Date de publication de la demande:
22.07.2015 Bulletin 2015/30

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

(72) Inventeurs:
- **COGNARD, Marie**
  F-91430 Igny (FR)
- **DUBETTIER-GRENIER, Richard**
  F-94210 La Varenne Saint Hilaire (FR)
- **GERARD, Sylvain**
  F-92210 Saint-Cloud (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:
EP-A2- 0 093 448 **US-A- 5 355 682**

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 2 895 811 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique.

[0002] L'invention propose en particulier une méthode et décrit un appareil de production transitoire d'un gaz à partir d'un appareil produisant en marche normale de l'oxygène et azote gazeux et de l'oxygène et azote liquides. L'appareil comprend une double colonne ayant une première colonne opérant à une première pression dite moyenne pression (MP) et une deuxième colonne opérant à une deuxième pression dite basse pression (BP), plus basse que la première pression.

[0003] Ce gaz, produit en mode transitoire, peut par exemple être de l'azote pur et sous pression et utilisé lors de phases d'inertage de procédés pétrochimiques nécessitant en continu de grandes quantités d'azote sur plusieurs jours avant de nécessiter les besoins gazeux de la marche normale.

[0004] Cet azote transitoire ne pouvant pas être fourni intégralement par le(s) stockage(s) d'azote liquide, la présente invention propose une disposition d'échangeurs de chaleur en corps dédiés permettant de produire spécifiquement le besoin gazeux pendant la phase transitoire, et produire également le besoin du ou des autres gaz (e.g. l'oxygène) ; les productions d'azote et d'oxygène liquides peuvent être réduites voire nulles pendant la phase transitoire. La disposition des corps d'échange permet ensuite de produire en marche normale les besoins de gaz et de liquides.

[0005] La flexibilité demandée à l'échangeur principal de l'appareil de séparation est d'autant plus grande que les productions demandées (en termes de pression et débit) entre différents modes de marche sont éloignées. Le dimensionnement de l'échangeur résultant des différentes marches opératoires s'éloigne ainsi d'un optimum technico-économique pour une marche donnée.

[0006] Le recours à une ou plusieurs lignes d'échange dédiée(s) à un ou plusieurs cas de marche transitoire(s) permet d'atteindre la flexibilité requise par ces cas de marche, tout en assurant l'optimum technico-économique des marches concernées.

[0007] Par exemple, un appareil de séparation d'air produisant des gaz industriels pour un complexe pétrochimique sera amené à produire des quantités très différentes, à des pressions différentes, selon les opérations spécifiques des unités consommatrices. Habituellement, les stockages de liquides (azote, oxygène, argon) permettent d'améliorer la flexibilité du schéma de production de l'appareil de séparation d'air. Le recours aux stockages de liquides est cependant limité par la capacité du stockage. Lorsque des marches inhabituelles des unités consommatrices nécessitent de grands volumes sur plusieurs jours, il peut être préférable de produire directement à partir de l'appareil de séparation d'air plutôt que de dimensionner le stockage pour cette marche transitoire. La flexibilité de production de l'appareil de séparation d'air requise par cette marche peut alors être apportée par la présente invention, sans toutefois dégrader l'efficacité des marches normales.

[0008] Une solution alternative est la production d'azote gazeux moyenne pression à partir d'une colonne moyenne pression (MP) et compression par compresseur. Si le soutirage gazeux à partir de la colonne MP est insuffisant, la vaporisation d'azote liquide stocké sera alors nécessaire.

[0009] Pour produire plus d'azote gazeux que ce qui peut être soutiré à la colonne MP, sans recours à la vaporisation du liquide stocké, l'azote peut être produit par les étages supérieurs d'une colonne basse pression puis également comprimé par un compresseur.

[0010] Dans les deux cas, un compresseur d'azote est nécessaire, voire également une section à diamètre réduit en tête de la colonne basse pression.

[0011] La présente invention propose une disposition d'échangeurs en corps dédiés comportant une ligne d'échange transitoire dédiée permettant de produire spécifiquement le besoin gazeux pendant la phase transitoire.

[0012] Le gaz transitoire considéré dans cet exemple est l'azote mais l'invention s'applique aussi aux autres gaz produits par l'appareil de séparation d'air.

[0013] Pendant cette phase transitoire, la production d'oxygène gazeux est maintenue mais les productions d'azote et d'oxygène liquides peuvent être réduites voire nulles.

[0014] L'azote transitoire est pompé de la première colonne (colonne MP) et vaporisé à travers une ligne dédiée d'échangeur (appelée ici ligne d'échange transitoire) contre de l'air à haute pression (HP) venant du refoulement d'un surpresseur éventuellement entraîné par une turbine ; simultanément, l'oxygène pompé est vaporisé à travers une autre ligne dédiée d'échangeurs contre de l'air HP venant du refoulement du même surpresseur ou d'un deuxième surpresseur. La production d'azote gazeux, qui est normalement produit à partir de la colonne MP et réchauffé contre de l'air MP venant de l'unité d'épuration d'air dans une troisième ligne d'échange dédiée, est arrêtée.

[0015] Lors de la phase normale, la production d'azote transitoire est arrêtée tandis que la production normale d'azote gazeux à partir de la colonne MP est établie. La production d'oxygène gazeux est maintenue, et les productions liquides sont ajustées à leurs consignes normales.

[0016] La ligne d'échange dédiée à la production d'azote gazeux transitoire ne fait ici intervenir que des fluides qui vont changer d'état à son passage: l'azote liquide (LIN) se vaporise en azote haute pression (HP GAN) contre de l'air HP qui se liquéfie. L'absence de troisième fluide, habituellement de l'azote résiduaire permettant de réduire l'écart au bout chaud afin de gagner en efficacité énergétique de l'appareil de séparation d'air, permet ici d'améliorer fortement la compacité de l'échangeur transitoire pour une même quantité de chaleur

échangée (ou 'charge') ; cela permet aussi d'utiliser des ondes plus denses. Dans le cas de la présente invention, le gain attendu en compacité est conséquent car, pour une même 'charge' échangée, le volume d'échange peut être inférieur de moitié au volume habituellement nécessaire en présence d'un troisième fluide sans changement d'état. Soit, $(Volume/Charge)_{échangeur}$ transitoire < 0,5 x $(Volume/Charge)_{échangeur\ classique}$.

[0017] Cette solution permet également de produire spécifiquement l'azote nécessaire selon la marche demandée par le client par une redistribution des flux sur les corps d'échanges concernés par la production. Lors de la phase transitoire, seul l'azote transitoire est produit et le passage du corps d'échange utilisé pour l'azote normal est à l'arrêt. Pendant la phase normale, seul l'azote normal est produit et le corps d'échange transitoire est à l'arrêt. Le document US5355682A divulgue la préambule de la revendication 1.

[0018] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de production d'un premier gaz sous pression ainsi qu'un deuxième gaz de manière ponctuelle par distillation cryogénique de l'air dans une double colonne comprenant une première colonne et une deuxième colonne, la deuxième colonne fonctionnant à plus basse pression que la première colonne dans lequel :

i) selon une première marche, de l'air se refroidit à une première pression qui est substantiellement la pression d'opération de la première colonne, dans un premier échangeur de chaleur et est envoyé à la première colonne, deux débits gazeux riches en azote provenant de la première et la deuxième colonne se réchauffent dans le premier échangeur, aucun fluide ne se réchauffe ni se refroidit dans un deuxième échangeur de chaleur, au moins un débit d'air à une deuxième pression supérieure à la première pression se refroidit dans un troisième échangeur de chaleur, un liquide pressurisé se vaporise dans le troisième échangeur et un débit gazeux riche en azote provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le troisième échangeur, et

ii) selon une deuxième marche, de l'air se refroidit à la première pression dans le premier échangeur et est envoyé à la première colonne, un débit gazeux riche en azote provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le premier échangeur, un débit liquide pressurisé provenant de la double colonne se réchauffe et se vaporise dans le deuxième échangeur pour former un gaz requis ponctuellement, un débit d'air à la deuxième pression se refroidit et éventuellement se condense dans le deuxième échangeur, ce débit d'air et le débit liquide pressurisé étant les seuls fluides échangeant de la chaleur dans le deuxième échangeur, un débit d'air à la deuxième pression se refroidit dans le troisième échangeur, éventuellement un autre débit d'air à une pression supérieure à la première, voire à la deuxième, pression se refroidit dans le troisième échangeur, un liquide pressurisé se vaporise dans le troisième échangeur et un débit gazeux riche en azote provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le troisième échangeur.

[0019] Selon d'autres caractéristiques facultatives :

- pendant la deuxième marche un seul débit gazeux riche en azote provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le premier échangeur.
- un des débits d'air à la pression supérieure à la pression d'opération de la première colonne se refroidit partiellement dans le troisième échangeur dans les première et deuxième marches, est détendu dans une turbine et envoyé à la première ou la deuxième colonne.
- le débit envoyé à la turbine provient d'un premier surpresseur l'autre des débits d'air à la pression supérieure à la pression d'opération de la première colonne provient d'un deuxième surpresseur entraîné par la turbine.
- l'on produit une quantité de liquide comme produit final selon la première marche et l'on ne produit aucun liquide comme produit final selon la deuxième marche.
- l'on produit une quantité de liquide comme produit final selon la première marche et l'on produit une quantité de liquide inférieure à celle produit dans la première marche comme produit final selon la deuxième marche.
- le débit liquide pressurisé est riche en azote.

[0020] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant une double colonne comprenant une première colonne et une deuxième colonne, la deuxième colonne fonctionnant à plus basse pression que la première colonne, un premier échangeur de chaleur, un deuxième échangeur de chaleur.capable de, et relié à des conduites d'alimentation pour, permettre un échange de chaleur indirect entre seulement deux fluides, un troisième échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer un débit d'air à une première pression substantiellement égale à la pression d'opération de la première colonne au premier échangeur et du premier échangeur à la première colonne, des moyens pour diviser de l'air à une deuxième pression supérieure à la première pression en une première et une deuxième fractions, des moyens pour envoyer la première fraction à la deuxième pression au deuxième échangeur à travers une première des conduites d'alimentation, une vanne pour empêcher l'envoi de la première fraction vers le deuxième échangeur, des moyens pour envoyer la deuxième fraction à la deuxième pression au troisième échangeur, éventuellement d'autres moyens pour envoyer un débit d'air à une pression supérieure à la première pression au troisième échangeur, des moyens pour envoyer un liquide pressurisé de la double colonne

se vaporiser dans le troisième échangeur, des moyens pour envoyer un liquide requis ponctuellement de la double colonne se vaporiser dans le deuxième échangeur à travers une deuxième des conduites d'alimentation, une vanne pour empêcher l'envoi de liquide requis ponctuellement de la double colonne vers le deuxième échangeur, des moyens pour envoyer un gaz riche en azote de la première colonne se réchauffer dans le premier échangeur, une vanne pour empêcher l'envoi de gaz riche en azote de la première colonne vers le premier échangeur, des moyens pour envoyer un gaz enrichi en azote de la double colonne vers le premier échangeur et des moyens pour envoyer un gaz enrichi en azote de la double colonne vers le troisième échangeur.

[0021] Eventuellement au moins le premier et le troisième échangeur de chaleur sont des échangeurs à plaques et à ailettes en aluminium brasés.

[0022] L'invention sera décrite plus en détail en se référant à la figure qui illustre un procédé selon l'invention. L'appareil utilisé comprend trois échangeurs de chaleur 1, 2, 3 pouvant être des échangeurs à plaques et à ailettes en aluminium brasé. Il comprend également un système de colonnes de distillation 25, comprenant au moins une double colonne de distillation. La double colonne comprend une première colonne opérant à une première pression et une deuxième colonne opérant à une deuxième pression, plus basse que la première pression.

[0023] L'appareil comprend trois compresseurs d'air, un compresseur principal, un premier surpresseur pour surpresser une partie 13 de l'air provenant du compresseur principal, une partie de l'air du premier surpresseur alimentant une turbine et un deuxième surpresseur pour surpresser une partie 7 de l'air provenant du premier surpresseur, ce deuxième surpresseur étant entraîné par la turbine. Un débit d'air 5 à la première pression est envoyé du compresseur principal à la première colonne sans avoir été surpressé. La partie 7 de l'air est au moins partiellement condensée avant d'être envoyé au système de colonnes.

[0024] L'appareil a au moins deux marches d'opération. Selon une première de ces marches, qui est la marche normale du procédé, le débit d'air 5 à la première pression est refroidi dans l'échangeur 1 et envoyé à la première colonne où il est séparé. Un débit d'azote gazeux 23 de la première colonne et d'un débit d'azote résiduaire 21 de la deuxième colonne se réchauffent dans ce premier échangeur 1 : l'échangeur de chaleur 1 permet l'échange entre trois fluides.

[0025] Selon cette marche, le deuxième échangeur 2 ne reçoit aucun fluide à refroidir ou à réchauffer. Par contre le troisième échangeur 3 refroidit de l'air 7, 11 provenant du deuxième surpresseur entraîné par la turbine. L'air partiellement condensé 11 est envoyé au système de colonnes 25. Egalement dans cet échangeur 3, l'air 13 du premier surpresseur se refroidit et est envoyé à une température intermédiaire de celui-ci à la turbine et ensuite à la première ou la deuxième colonne.

[0026] Le troisième échangeur réchauffe de l'azote résiduaire 17 provenant de la deuxième colonne et de l'oxygène liquide 15 provenant de la deuxième colonne, après une étape de pressurisation. L'oxygène liquide 15 peut être remplacé par de l'oxygène gazeux provenant de la deuxième colonne.

[0027] Pendant cette marche, il y a également une production de liquide cryogénique comme produit final 27 pouvant être de l'azote liquide et/ou de l'oxygène liquide.

[0028] Pendant une deuxième marche, dite marche transitoire, le débit d'air 5 à la première pression est refroidi dans l'échangeur 1 et envoyé à la première colonne où il est séparé. Un débit d'azote résiduaire 21 de la deuxième colonne se réchauffe dans ce premier échangeur 1 : l'échangeur de chaleur 1 effectue l'échange entre deux fluides seulement, le débit 23 n'étant plus envoyé à l'échangeur 1, la vanne V1 étant fermée.

[0029] Selon cette marche, le deuxième échangeur 2 reçoit de l'air 9 à travers une vanne V2 provenant du deuxième surpresseur et de l'azote liquide 19 pressurisé par pompe provenant de la première colonne à travers la vanne V3.

[0030] Par contre le troisième échangeur 3 refroidit de l'air 7, 11 provenant du deuxième surpresseur entraîné par la turbine. L'air partiellement condensé 11 est envoyé au système de colonnes 25. Egalement dans cet échangeur 3, l'air 13 du premier surpresseur se refroidit et est envoyé à une température intermédiaire de celui-ci à la turbine, ainsi entraînant le deuxième surpresseur, et ensuite à la première ou la deuxième colonne.

[0031] Le troisième échangeur réchauffe de l'azote résiduaire 17 provenant de la deuxième colonne et de l'oxygène liquide 15 provenant de la deuxième colonne, après une étape de pressurisation. L'oxygène liquide 15 peut être remplacé par de l'oxygène gazeux provenant de la deuxième colonne.

[0032] Pendant cette marche, soit il n'y aucune production de liquide comme produit final ou il y a également une production de liquide cryogénique 27 comme produit final pouvant être de l'azote liquide et/ou de l'oxygène liquide, la quantité totale de liquide produit comme produit final étant inférieure à celle produite pendant la marche normale.

Revendications

1. Procédé de production d'un premier gaz sous pression ainsi qu'un deuxième gaz de manière ponctuelle par distillation cryogénique de l'air dans une double colonne comprenant une première colonne et une deuxième colonne, la deuxième colonne fonctionnant à plus basse pression que la première colonne dans lequel :

   i) selon une première marche, de l'air (5) se refroidit à une première pression qui est substantiellement la pression d'opération de la première colonne, dans un premier échangeur de chaleur

(1) et est envoyé à la première colonne, deux débits gazeux (21, 23) riches en azote provenant de la première et la deuxième colonne se réchauffent dans le premier échangeur au moins un débit d'air (11, 13) à une deuxième pression supérieure à la première pression se refroidit dans un troisième échangeur de chaleur (3), un liquide pressurisé (15) se vaporise dans le troisième échangeur et un débit gazeux riche en azote (17) provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le troisième échangeur, et
ii) selon une deuxième marche, de l'air (5) se refroidit à la première pression dans le premier échangeur et est envoyé à la première colonne, un débit gazeux riche en azote (21) provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le premier échangeur, un débit liquide pressurisé (19) provenant de la double colonne se réchauffe et se vaporise dans un deuxième échangeur pour former un gaz requis ponctuellement, un débit d'air (9) à la deuxième pression se refroidit et éventuellement se condense dans le deuxième échangeur, ce débit d'air et le débit liquide pressurisé étant les seuls fluides échangeant de la chaleur dans le deuxième échangeur, un débit d'air (11, 13) à la deuxième pression se refroidit dans le troisième échangeur, éventuellement un autre débit d'air à une pression supérieure à la première, voire à la deuxième, pression se refroidit dans le troisième échangeur, un liquide pressurisé (15) se vaporise dans le troisième échangeur et un débit gazeux riche en azote (17) provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le troisième; échangeur **caractérisé en ce que** selon la première marche, aucun fluide ne se réchauffe ni se refroidit dans le deuxième de chaleur (2).

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel pendant la deuxième marche un seul débit gazeux riche en azote (21) provenant de la deuxième colonne se réchauffe dans le premier échangeur.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel un des débits d'air (13) à la pression supérieure à la pression d'opération de la première colonne se refroidit partiellement dans le troisième échangeur (3) dans les première et deuxième marches, est détendu dans une turbine et envoyé à la première ou la deuxième colonne.

4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel le débit envoyé à la turbine provient d'un premier surpresseur.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4 dans lequel l'autre (7, 11) des débits d'air à la pression supérieure à la pression d'opération de la première colonne provient d'un deuxième surpresseur entraîné par la turbine.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'on produit une quantité de liquide (27) comme produit final selon la première marche et l'on ne produit aucun liquide comme produit final selon la deuxième marche.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 dans lequel l'on produit une quantité de liquide (27) comme produit final selon la première marche et l'on produit une quantité de liquide inférieure à celle produit dans la première marche comme produit final selon la deuxième marche.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7 dans lequel le débit liquide pressurisé (19) est riche en azote.

9. Installation de séparation d'air par distillation cryogénique adaptée pour executer le procédé de la revendication 1 comprenant une double colonne comprenant une première colonne et une deuxième colonne, la deuxième colonne fonctionnant à plus basse pression que la première colonne, un premier échangeur de chaleur (1), un deuxième échangeur de chaleur (2) capable de, et relié à des conduites d'alimentation pour, permettre un échange de chaleur indirect entre seulement deux fluides, un troisième échangeur de chaleur (3), des moyens (5) pour envoyer un débit d'air à une première pression substantiellement égale à la pression d'opération de la première colonne au premier échangeur et du premier échangeur à la première colonne, des moyens pour diviser de l'air (7) à une deuxième pression supérieure à la première pression en une premières (9) et une deuxième fraction (11), des moyens pour envoyer la première fraction (9) a la deuxième pression au deuxième échangeur à travers une première des conduites d'alimentation, une vanne (V2) pour empêcher l'envoi dé la première fraction vers le deuxième échangeur, des moyens pour envoyer la deuxième fraction (11) à la deuxième pression au troisième échangeur, éventuellement d'autres moyens pour envoyer un débit d'air à une pression supérieure à la première pression au troisième échangeur, des moyens pour envoyer un liquide pressurisé (15) de la double colonne se vaporiser dans le troisième échangeur, des moyens pour envoyer un liquide requis ponctuellement de la double colonne se vaporiser dans le deuxième échangeur à travers une deuxième (19) des conduites d'alimentation en échangeant de la chaleur avec la première fraction, une vanne (V3) pour empêcher l'envoi de liquide requis ponctuellement de la double colonne vers le deuxième échangeur, des moyens pour envoyer un gaz riche en azote de la première colonne

se réchauffer dans le premier échangeur, une vanne (V1) pour empêcher l'envoi de gaz riche en azote de la première colonne vers le premier échangeur, des moyens pour envoyer un gaz enrichi en azote de la double colonne vers le premier échangeur et des moyens pour envoyer un gaz enrichi en azote de la double colonne vers le troisième échangeur.

10. Installation selon la revendication 9 dans lequel au moins le premier et le troisième échangeur de chaleur (1, 3) sont des échangeurs à plaques et à ailettes en aluminium brasés.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines ersten unter Druck stehenden Gases, sowie im Einzelfall eines zweiten Gases durch kryogene Destillation der Luft in einer Doppelsäule, eine erste Säule und eine zweite Säule umfassend, wobei die zweite Säule mit einem geringeren Druck arbeitet, als die erste Säule, wobei:

i) sich in einem ersten Schritt Luft (5) mit einem ersten Druck, der im Wesentlichen der Betriebsdruck der ersten Säule ist, in einem ersten Wärmetauscher (1) abkühlt, und in die erste Säule geschickt wird, sich zwei stickstoffreiche Gasströme (21, 23) aus der ersten und der zweiten Säule im ersten Tauscher erwärmen, sich zumindest ein Luftstrom (11, 13) mit einem zweiten Druck, der größer ist, als der erste Druck, in einem dritten Wärmetauscher (3) abkühlt, eine mit Druck beaufschlagte Flüssigkeit (15) im dritten Tauscher verdampft und sich ein stickstoffreicher Gasstrom (17) aus der zweiten Säule im dritten Tauscher erwärmt, und
ii) sich in einem zweiten Schritt Luft (5) mit dem ersten Druck im ersten Tauscher abkühlt und in die erste Säule geschickt wird, sich ein stickstoffreicher Gasstrom (21) aus der zweiten Säule im ersten Tauscher erwärmt, sich ein mit Druck beaufschlagter Flüssigkeitsstrom (19) aus der Doppelsäule erwärmt und in einem zweiten Tauscher verdampft, um ein im Einzelfall benötigtes Gas zu bilden, sich ein Luftstrom (9) mit dem zweiten Druck abkühlt und eventuell im zweiten Tauscher kondensiert, wobei dieser Luftstrom und der mit Druck beaufschlagte Flüssigkeitsstrom die einzigen Fluide sind, die im zweiten Tauscher Wärme austauschen, sich ein Luftstrom (11, 13) mit dem zweiten Druck im dritten Tauscher abkühlt, sich eventuell ein anderer Luftstrom mit einem Druck, der größer ist, als der erste, oder gar als der zweite Druck im dritten Tauscher abkühlt, eine mit Druck beaufschlagte Flüssigkeit (15) im dritten Tauscher verdampft und sich ein stickstoffreicher Gasstrom (17) aus der zweiten Säule im dritten Tauscher erwärmt, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich im ersten Schritt kein Fluid im zweiten Wärmetauscher (2) erwärmt oder abkühlt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei sich im zweiten Schritt ein einziger stickstoffreicher Gasstrom (21) aus der zweiten Säule im ersten Tauscher erwärmt.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei sich einer der Luftströme (13) mit dem Druck, der größer ist, als der Betriebsdruck der ersten Säule, im ersten und zweiten Schritt im dritten Tauscher (3) teilweise abkühlt, in einer Turbine entspannt wird und in die erste oder die zweite Säule geschickt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der in die Turbine geschickte Strom aus einer ersten Druckerhöhungsanlage stammt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei der andere (7, 11) der Luftströme mit dem Druck, der größer ist, als der Betriebsdruck der ersten Säule, aus einer zweiten Druckerhöhungsanlage stammt, die von der Turbine angetrieben wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei man eine Menge an Flüssigkeit (27) als Endprodukt im ersten Schritt erzeugt und man keine Flüssigkeit als Endprodukt im zweiten Schritt erzeugt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei man eine Menge an Flüssigkeit (27) als Endprodukt im ersten Schritt erzeugt und man eine Menge an Flüssigkeit kleiner als jene, die im ersten Schritt erzeugt wird, als Endprodukt im zweiten Schritt erzeugt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der mit Druck beaufschlagte Flüssigkeitsstrom (17) reich an Stickstoff ist.

9. Installation zur Lufttrennung durch kryogene Destillation, die geeignet ist, um das Verfahren nach Anspruch 1 auszuführen, eine Doppelsäule umfassend, die erste Säule und eine zweite Säule umfasst, wobei die zweite Säule mit einem geringeren Druck arbeitet, als die erste Säule, einen ersten Wärmetauscher (1), einen zweiten Wärmetauscher (2), der dazu fähig ist, und mit Zuführleitungen verbunden ist, um einen indirekten Wärmetausch zwischen nur zwei Fluiden zu ermöglichen, einen dritten Wärmetauscher (3), Mittel (5), um einen Luftstrom mit einem ersten Druck im Wesentlichen gleich dem Betriebsdruck der ersten Säule zum ersten Tauscher zu schicken, und vom ersten Tauscher zur ersten Säule, Mittel zum Teilen der Luft (7) mit einem zweiten

Druck, der größer ist, als der erste Druck, in eine erste (9) und eine zweite Fraktion (11), Mittel, um die erste Fraktion (9) mit dem zweiten Druck durch eine erste der Zuführleitungen zum zweiten Tauscher zu schicken, ein Ventil (V2), um das Schicken der ersten Fraktion zum zweiten Tauscher zu verhindern, Mittel, um die zweite Fraktion (11) mit dem zweiten Druck zum dritten Tauscher zu schicken, eventuell weitere Mittel, um einen Luftstrom mit einem Druck, der größer ist, als der erste Druck, zum dritten Tauscher zu schicken, Mittel, um eine mit Druck beaufschlagte Flüssigkeit (15) aus der Doppelsäule zum Verdampfen in den dritten Tauscher zu schicken, Mittel, um eine im Einzelfall benötigte Flüssigkeit aus der Doppelsäule durch eine zweite (19) der Zuführleitungen zum Verdampfen in den zweiten Tauscher zu schicken, indem Wärme mit der ersten Fraktion ausgetauscht wird, ein Ventil (V3), um das Schicken der im Einzelfall benötigten Flüssigkeit aus der Doppelsäule zum zweiten Tauscher zu verhindern, Mittel, um ein stickstoffreiches Gas aus der ersten Säule zum Erwärmen in den ersten Tauscher zu schicken, ein Ventil (V1), um das Schicken von stickstoffreichem Gas aus der ersten Säule in den ersten Tauscher zu verhindern, Mittel, um ein mit Stickstoff angereichertes Gas aus der Doppelsäule zum ersten Tauscher zu schicken, und Mittel, um ein mit Stickstoff angereichertes Gas aus der Doppelsäule zum dritten Tauscher zu schicken.

10. Installation nach Anspruch 9, wobei zumindest der erste und der dritte Wärmetauscher (1, 3) Plattenwärmetauscher und mit Rippen aus hartgelötetem Aluminium versehene Wärmetauscher sind.

Claims

1. Method for producing a first pressurised gas and a second gas on a one-off basis by cryogenic distillation of air in a dual column including a first column and a second column, the second column operating at a lower pressure than the first column, wherein:

i) according to a first step, the air (5) cools down at a first pressure, which is substantially the operating pressure of the first column, in a first heat exchanger (1) and is sent to the first column, two nitrogen-rich gas flows (21, 23) originating from the first and second columns heat up in the first exchanger, at least one air flow (11, 13) at a second pressure that is greater than the first pressure cools down in a third heat exchanger (3), a pressurised liquid (15) vaporises in the third exchanger and a nitrogen-rich gas flow (17) originating from the second column heats up in the third exchanger, and
ii) according to a second step, air (5) cools down at the first pressure in the first exchanger and is sent to the first column, a nitrogen-rich gas flow (21) originating from the second column heats up in the first exchanger, a pressurised liquid flow (19) originating from the dual column heats up and vaporises in a second exchanger to form a gas required on a one-off basis, an air flow (9) at the second pressure cools down and potentially condenses in the second exchanger, whereby this air flow and the pressurised liquid flow are the only fluids exchanging heat in the second exchanger, an air flow (11, 13) at the second pressure cools down in the third exchanger, another air flow at a pressure that is greater than the first pressure, or even the second pressure, potentially cools down in the third exchanger, a pressurised liquid (15) vaporises in the third exchanger and a nitrogen-rich gas flow (17) originating from the second column heats up in the third exchanger,

characterised in that according to the first step, no fluid heats up or cools down in the second heat exchanger (2).

2. Method according to claim 1 wherein, during the second step, a single nitrogenrich gas flow (21) originating from the second column heats up in the first exchanger.

3. Method according to one of the previous claims, wherein one of the air flows (13) at the pressure that is greater than the operating pressure of the first column partially cools down in the third exchanger (3) in the first and second steps, is expanded in a turbine and sent to the first or second column.

4. Method according to claim 3, wherein the flow sent to the turbine originates from a first supercharger.

5. Method according to claim 3 or 4, wherein the other (7, 11) of the air flows at the pressure that is greater than the operating pressure of the first column originates from a second supercharger driven by the turbine.

6. Method according to one of the previous claims, wherein a quantity of liquid (27) is produced as an end product according to the first step and no liquid is produced as an end product according to the second step.

7. Method according to one of claims 1 to 5, wherein a quantity of liquid (27) is produced as an end product according to the first step and a lesser quantity of liquid to that produced in the first step is produced as an end product according to the second step.

8. Method according to one of claims 1 to 7, wherein the pressurised liquid flow (19) is rich in nitrogen.

9. Installation for air separation by cryogenic distillation suitable for performing the method of claim 1, comprising a dual column including a first column and a second column, the second column operating at a lower pressure than the first column, a first heat exchanger (1), a second heat exchanger (2) capable of allowing for, and connected to feed lines in order to allow for indirect heat exchange to take place solely between two fluids, a third heat exchanger (3), means (5) for sending an air flow at a first pressure that is substantially equal to the operating pressure of the first column to the first exchanger and from the first exchanger to the first column, means for dividing the air (7) at a second pressure that is greater than the first pressure into a first (9) and a second fraction (11), means for sending the first fraction (9) at the second pressure to the second exchanger through a first of the feed lines, a valve (V2) for preventing the first fraction from being sent to the second exchanger, means for sending the second fraction (11) at the second pressure to the third exchanger, other potential means for sending an air flow at a pressure that is greater than the first pressure to the third exchanger, means for sending a pressurised liquid (15) from the dual column to vaporise in the third exchanger, means for sending a liquid required on a one-off basis from the dual column to vaporise in the second exchanger through a second (19) of the feed lines by exchanging heat with the first fraction, a valve (V3) for preventing liquid required on a one-off basis from being sent from the dual column to the second exchanger, means for sending a nitrogen-rich gas from the first column to heat up in the first exchanger, a valve (V1) for preventing the nitrogen-rich gas from being sent from the first column to the first exchanger, means for sending a nitrogen-rich gas from the dual column to the first exchanger, and means for sending a nitrogen-rich gas from the dual column to the third exchanger.

10. Installation according to claim 9, wherein at least the first and third heat exchangers (1, 3) are brazed aluminium plate-fin heat exchangers.

1/1

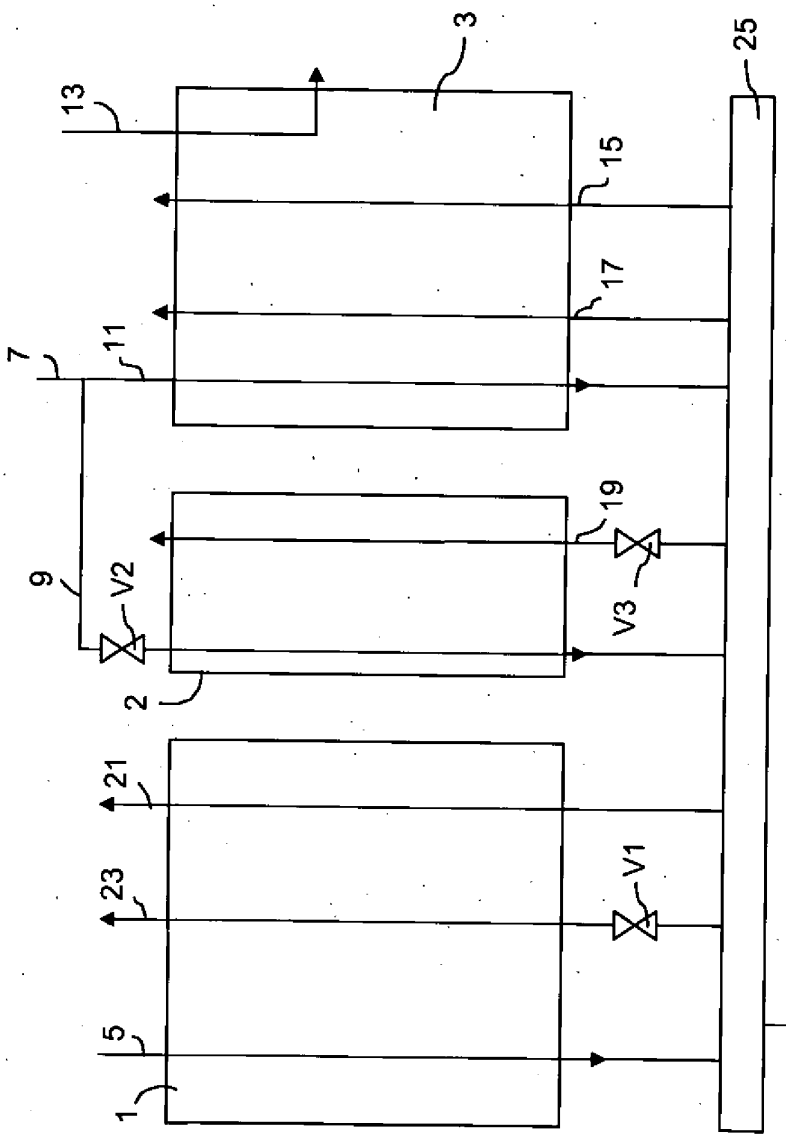


Figure 1

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

- US 5355682 A **[0017]**