

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 110 962

21 N° d'enregistrement national : 21 00271

51 Int Cl⁸ : F 25 J 3/04 (2020.12)

12

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

22 Date de dépôt : 13.01.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.12.21 Bulletin 21/48.

56 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE Société Anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : DAVIDIAN Benoit.

73 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE Société Anonyme.

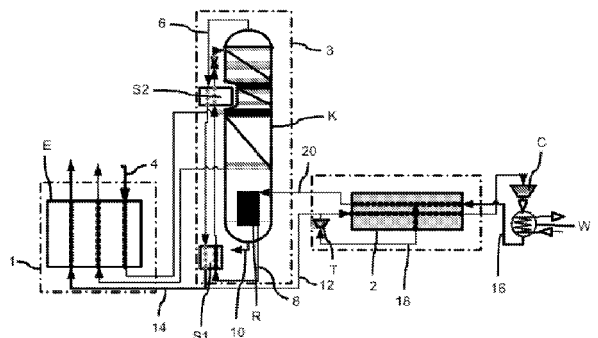
74 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANO-
NYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PRO-
CEDES GEORGES CLAUDE.

54 APPAREIL DE SEPARATION D'UN MELANGE GAZEUX PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE.

57 Titre : APPAREIL DE SEPARATION D'UN ME-
LANGE GAZEUX PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE

Un appareil de séparation d'un mélange gazeux (4) par distillation cryogénique comprend un système de colonnes comprenant au moins une colonne de distillation (K) comprenant une virole, une première section ayant un premier diamètre, une deuxième section ayant de préférence un deuxième diamètre et une troisième section ayant un troisième diamètre, les première, deuxième et troisième sections se trouvant à l'intérieur de la virole, la deuxième section étant disposée entre les première et troisième sections qu'elle juxtapose et étant dimensionnée de sorte que la virole présente un enfoncement au niveau de la deuxième section, au moins un élément (S2) destiné à fonctionner à une température cryogénique se trouve à l'extérieur de la virole, au moins une partie de l'élément se trouvant dans l'enfoncement.

Figure de l'abrégé : Figure unique



FR 3 110 962 - A3



Description

Titre de l'invention : APPAREIL DE SEPARATION D'UN MELANGE GAZEUX PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE

- [0001] La présente invention est relative à un appareil de séparation d'un mélange gazeux, en particulier d'air, par distillation cryogénique.
- [0002] Les appareils de séparation d'air sont presque toujours disposés dans une enceinte isolée dont il est important réduire le volume autant que possible pour réduire les coûts de l'enceinte et pour rendre le transport plus facile. Ainsi moins d'isolant est utilisé et les charpentes pour supporter les tôles de l'enceinte sont moins lourdes.
- [0003] Généralement un appareil de séparation d'air comprend une ou plusieurs colonnes de forme cylindrique, chaque colonne ayant un diamètre fixe. Il est également possible d'utiliser une section à diamètre réduit en tête de colonne, cette section étant souvent appelée un minaret. Des exemples de colonnes à minaret sont connus de FR2831249, FR2584803.
- [0004] Des éléments cryogéniques tel qu'un séparateur de phases ou un sous-refroidisseur sont souvent disposés à côté de la colonne en hauteur et donc l'enceinte doit être dimensionnée pour contenir ces éléments additionnels. Pour réduire le volume de l'enceinte, il a été proposé dans FR2799822 de prévoir une partie auxiliaire localisée en saillie latérale vers l'extérieur pour entourant l'élément.
- [0005] Un but de la présente invention est de pouvoir placer un équipement cryogénique à côté de la colonne à distiller, sans avoir à grossir l'enceinte, de préférence tout en minimisant la hauteur de la colonne.
- [0006] Selon un objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'un mélange gazeux par distillation cryogénique comprenant :
- [0007] a. Un système de colonnes comprenant au moins une colonne de distillation comprenant une virole, une première section ayant un premier diamètre, une deuxième section ayant de préférence un deuxième diamètre et une troisième section ayant un troisième diamètre, les première, deuxième et troisième sections se trouvant à l'intérieur de la virole, la deuxième section étant disposée entre les première et troisième sections qu'elle juxtapose et étant dimensionnée de sorte que la virole présente un enfoncement au niveau de la deuxième section.
- b. Au moins un élément destiné à fonctionner à une température cryogénique se trouve à l'extérieur de la virole, au moins une partie de l'élément se trouvant dans l'enfoncement.
- c. Des moyens pour alimenter le système de colonnes avec le mélange gazeux et

des moyens pour soutirer au moins un produit du système de colonnes.

- d. Une enceinte remplie d'isolant et contenant l'au moins une colonne de distillation et l'au moins un élément.

[0008] Selon d'autres aspects facultatifs :

- [0009] • l'élément est un séparateur de phases, un appareil de mesure ou de contrôle ou un échangeur de chaleur.
- la colonne est une colonne d'une double colonne, comprenant une première colonne capable opérer à une première pression surmontée d'une deuxième colonne capable d'opérer à une deuxième pression inférieure à la première pression.
 - la colonne est une simple colonne.
 - les moyens pour alimenter le système de colonnes avec le mélange gazeux sont reliés à un point entre la première section et la deuxième section.
 - l'enfoncement est situé uniquement du côté de la virole où se trouve l'élément cryogénique.
 - la première et la troisième sections et éventuellement la deuxième section sont des cylindres à base circulaire, le diamètre de la deuxième section étant inférieure à celui de la première section et/ou à celui de la deuxième section.
 - les garnissages structurés dans la deuxième section sont moins denses que ceux dans les première et troisième sections.
 - l'appareil comprenant un premier et un deuxième sous refroidisseurs reliés pour réchauffer un gaz enrichi en azote provenant du système de colonnes dans le premier sous-refroidisseur et ensuite dans le deuxième sous-refroidisseur, le premier sous-refroidisseur en trouvant au moins partiellement dans l'enfoncement.

[0010] L'invention s'applique en particulier à un appareil de distillation mono-colonne opérant à basse pression avec par exemple un cycle azote.

[0011] Pour une tête de colonne constituée du même garnissage, la section de la colonne est réduite localement au-dessus de l'entrée d'air dans la section basse de la tête de la colonne, pour pouvoir placer un équipement sur le côté sans grossir la boîte froide, la partie haute de la tête de la colonne étant dimensionnée avec la section non réduite.

[0012] Dans une même section de distillation (c'est à dire au moins une entrée ou une sortie à au moins une extrémité du tronçon), la section de distillation est définie par l'engorgement dans le garnissage considéré en haut de la section.

[0013] Si on veut faire un tronçon réduit dans cette section, on va utiliser un garnissage moins dense pour permettre une réduction de section locale : le garnissage moins dense étant moins performant, cela nécessite de rallonger la colonne.

[0014] L'invention consiste à profiter de la grande variation du débit liquide entre le haut et

le bas de la tête de la mono-colonne BP, débit liquide qui joue sur l'engorgement, même si le débit gazeux montant reste prépondérant.

- [0015] A même garnissage dans toutes les sections de la colonne, il est ainsi possible de réduire la section en partie basse de la tête de la colonne BP, par exemple de 15%, tout en conservant un taux d'engorgement du garnissage identique à celui de la partie haute de la colonne.
- [0016] Ceci permet de disposer à côté de la colonne, à section de boîte froide inchangée, un équipement, par exemple un sous-refroidisseur supérieur. En effet, la présente invention présente un intérêt particulier dans le cas où le sous-refroidisseur de l'appareil de séparation d'air est divisé en deux parties.
- [0017] Dans un appareil de séparation, dans le cas où la tuyauterie d'air rentrant la colonne et la tuyauterie d'azote sortant de la colonne sont proches ou incluses l'une dans l'autre, il faut éviter la condensation de l'air contre de l'azote issu de la colonne.
- [0018] Ceci est particulièrement le cas dans un schéma monocolonne installé dans une boîte froide qui fait office de gaine d'air dans lequel est placé un tuyau d'azote qui a une température plus froide, inférieure à la température de condensation de l'air.
- [0019] Ceci permet d'éviter la condensation d'air (et donc le risque de concentration en impuretés de l'air dans un fluide enrichi en oxygène) de façon intrinsèque, sans avoir à isoler les surfaces plus froides que la condensation de l'air (tuyaux, équipements).
- [0020] Un sous-refroidisseur est donc placé en partie basse de la boîte froide, à une hauteur limitée du vaporiseur pour limiter le flash du liquide produit dans le vaporiseur que l'on souhaite sous-refroidir.
- [0021] L'air qui entre dans la colonne passe autour du sous-refroidisseur et autour de l'azote gazeux froid issu de la colonne, avec un risque important de condensation. Il faut nécessairement isoler thermiquement les parois froides.
- [0022] Il n'est pas possible de placer le sous-refroidisseur en partie haute, pour éviter d'avoir l'air contre des surfaces froides, car le liquide se détend rapidement en formant du gaz beaucoup trop avant d'entrer dans le sous-refroidisseur : cela pénalise énormément la performance du sous-refroidisseur conduisant à une pénalité énergétique sur la séparation (1 à 2%).
- [0023] Une variante de l'invention, pouvant être utilisée indépendamment de celle-ci, consiste à utiliser un sous-refroidisseur en deux parties :
- [0024] • Une partie supérieure qui refroidit l'azote de la colonne jusqu'à une température supérieure à la condensation d'air. Il n'y a pas de zone « air » dans la partie de la boîte froide concernée.
- Une partie inférieure, plus chaude, sans risque de condensation d'air présent dans la boîte froide à ce niveau, qui sous-refroidit suffisamment le liquide à sous-refroidir pour limiter/éviter le flash lors de sa remontée vers la partie su-

périeure.

- [0025] Il faut trouver un compromis dans la conception des deux parties pour attendre les deux objectifs qui sont opposés, en visant une bonne température de coupure sur l'azote qui se réchauffe de façon à :
- [0026] • Etre suffisamment chaud en sortie de la partie supérieure pour ne pas risquer de condenser de l'air.
- Etre suffisamment froid en sortie de la partie supérieure pour refroidir suffisamment le liquide dans la partie inférieure pour limiter la production de gaz en entrée de la partie supérieure.
- [0027] Ceci permet d'éviter la condensation d'air (et donc le risque de concentration en impuretés de l'air dans un fluide enrichi en oxygène) de façon intrinsèque, sans avoir à isoler les surfaces plus froides que la condensation de l'air (tuyaux, équipements).
- [0028] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant à la figure.
- [0029] [fig.1] représente un procédé selon l'invention.
- [0030] [fig.1] montre un appareil comprenant trois paquets 1, 2, 3, le premier paquet 1 comprenant l'échangeur de chaleur E, la deuxième 2 l'échangeur de chaleur du cycle et la troisième la colonne K et les sousrefroidisseurs S1, S2. Le paquet 3 est une enceinte remplie d'isolant thermique.
- [0031] De l'air épuré 4 se refroidit dans l'échangeur de chaleur E et est envoyé se séparer à un niveau intermédiaire de la colonne K pour produire de l'oxygène liquide 10 ou un autre produit. L'azote de tête 6 de la colonne K se réchauffe dans le sousrefroidisseur S2 et ensuite dans le sousrefroidisseur S1 avant de se réchauffer dans l'échangeur E.
- [0032] Le maintien en froid de l'appareil est assuré par un cycle de réfrigération à l'azote comprenant un compresseur C, un refroidisseur W, une turbine T, un échangeur de chaleur dans le paquet 2. L'azote comprimé dans le compresseur C est refroidi à l'eau dans le refroidisseur W et ensuite comme gaz 16 se refroidit dans l'échangeur du paquet 2. Il est divisé en deux, une partie 18 étant détendue dans la turbine T et le reste 20 se refroidissant jusqu'au bout froid de l'échangeur pour aller chauffer un rebouilleur de cuve R de la colonne K. Le liquide ainsi produit 8 se refroidit dans les sousrefroidisseurs S1, S2 et ensuite est envoyé comme reflux liquide dans la colonne K.
- [0033] Le gaz détendu dans la turbine T est divisé en deux, une partie étant réchauffé et envoyé à l'entrée du compresseur C. Le reste 12 est réchauffé dans l'échangeur E.
- [0034] La colonne K comprend une virole, une première section ayant un premier diamètre, une deuxième section ayant de préférence un deuxième diamètre et une troisième section ayant un troisième diamètre, les première, deuxième et troisième sections se trouvant à l'intérieur de la virole, la deuxième section étant disposée entre les première et troisième sections qu'elle juxtapose et étant dimensionnée de sorte que la virole présente un enfoncement au niveau de la deuxième section.

[0035] Le sous-refroidisseur S2 est disposé dans l'enfoncement pour réduire le volume total du paquet 3.

Revendications

- [Revendication 1] Appareil de séparation d'un mélange gazeux (4) par distillation cryogénique comprenant :
- a. Un système de colonnes comprenant au moins une colonne de distillation (K) comprenant une virole, une première section ayant un premier diamètre, une deuxième section ayant de préférence un deuxième diamètre et une troisième section ayant un troisième diamètre, les première, deuxième et troisième sections se trouvant à l'intérieur de la virole, la deuxième section étant disposée entre les première et troisième sections qu'elle juxtapose et étant dimensionnée de sorte que la virole présente un enfoncement au niveau de la deuxième section.
 - b. Au moins un élément (S2) destiné à fonctionner à une température cryogénique se trouve à l'extérieur de la virole, au moins une partie de l'élément se trouvant dans l'enfoncement.
 - c. Des moyens pour alimenter le système de colonnes avec le mélange gazeux et des moyens pour soutirer au moins un produit (10) du système de colonnes et
 - d. Une enceinte (3) remplie d'isolant thermique et contenant l'au moins une colonne de distillation et l'au moins un élément.
- [Revendication 2] Appareil selon la revendication 1 dans lequel l'élément (S2) est un séparateur de phases, un appareil de mesure ou de contrôle ou un échangeur de chaleur.
- [Revendication 3] Appareil selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la colonne est une colonne d'une double colonne, comprenant une première colonne capable opérer à une première pression surmontée d'une deuxième colonne capable d'opérer à une deuxième pression inférieure à la première pression.
- [Revendication 4] Appareil selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la colonne (K) est une simple colonne.
- [Revendication 5] Appareil selon la revendication 4 dans lequel les moyens pour alimenter le système de colonnes avec le mélange gazeux (4) sont reliés à un point entre la première section et la deuxième section.
- [Revendication 6] Appareil selon l'une des revendications précédentes dans lequel

l'enfoncement est situé uniquement du côté de la virole où se trouve l'élément cryogénique.

- [Revendication 7] Appareil selon la revendication 6 dans lequel la première et la troisième sections et éventuellement la deuxième section sont des cylindres à base circulaire, le diamètre de la deuxième section étant inférieur à celui de la première section et/ou à celui de la deuxième section.
- [Revendication 8] Appareil selon l'une des revendications précédentes dans lequel les garnissages structurés dans la deuxième section sont moins denses que ceux dans les première et troisième sections.
- [Revendication 9] Appareil selon l'une des revendications précédentes comprenant un premier et un deuxième sous refroidisseurs (S1, S2) reliés pour réchauffer un gaz enrichi en azote (6) provenant du système de colonnes (K) dans le premier sous-refroidisseur et ensuite dans le deuxième sous-refroidisseur, le premier sous-refroidisseur en trouvant au moins partiellement dans l'enfoncement.

[Fig. 1]

