

(19)



(11)

EP 3 438 585 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
06.02.2019 Bulletin 2019/06

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

(21) Numéro de dépôt: **18186659.1**

(22) Date de dépôt: **31.07.2018**

(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

Etats d'extension désignés:
BA ME

Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **03.08.2017 FR 1757497**
03.08.2017 FR 1757493
03.08.2017 FR 1757495
03.08.2017 FR 1757498

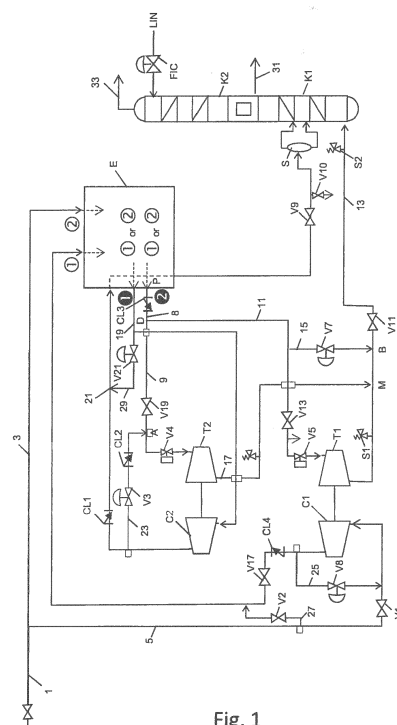
(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75007 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **CAVAGNE, Patrice**
94170 LE PERREUX SUR MARNE (FR)
• **DOS SANTOS, Bénédicte**
77410 ANNET SUR MARNE (FR)
• **LEMAIRE, Yann-Pierrick**
92160 ANTONY (FR)

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

(54) **PROCÉDÉ DE DÉGIVRAGE D'UN APPAREIL DE SÉPARATION D'AIR PAR DISTILLATION CRYOGÉNIQUE ET APPAREIL ADAPTÉ POUR ÊTRE DÉGIVRÉ PAR CE PROCÉDÉ**

(57) Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans un appareil de séparation d'air comprenant un système de colonnes (K1, K2), une première turbine (T1) et une deuxième turbine (T2), dans lequel en marche de dégivrage on ferme une conduite commune (13) amenant l'air des deux turbines à une colonne au moyen d'une vanne d'isolement (V11), on envoie un gaz de purge à une température supérieure à 0°C dans les turbines pour les dégivrer mais on n'envoie pas de gaz de purge au système de colonnes.



EP 3 438 585 A2

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé de dégivrage d'un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique et appareil adapté pour être dégivré par ce procédé.

[0002] Un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique doit être régulièrement dégivré afin de purger du dioxyde de carbone, de l'eau et des hydrocarbures qui ont pu s'accumuler dans l'appareil.

[0003] Pour ce faire, selon un procédé utilisé depuis longtemps, il est nécessaire de chauffer l'appareil jusqu'à une température supérieure à 0°C.

[0004] D'abord, du liquide accumulé dans l'appareil est purgé et ensuite de l'air d'alimentation traverse l'appareil, la ou les turbines de production de froid étant arrêtée(s). La pression dans l'appareil augmente et les gaz accumulés sont relâchés à l'atmosphère.

[0005] Pour réchauffer une turbine, l'entrée et la sortie d'air vers la turbine sont fermées en utilisant une vanne à l'entrée et une vanne à la sortie et un gaz est envoyé à la turbine en passant du refoulement vers l'entrée (ou éventuellement en passant de l'entrée vers la sortie).

[0006] Des vannes d'isolation manuelles sont prévues en entrée et de sortie de chaque machine. Ces vannes ne sont pas forcément illustrées dans des dessins simplifiés d'un appareil de séparation illustrant son fonctionnement normal pour ne pas encombrer le dessin.

[0007] Une fois l'appareil dégivré, il peut être redémarré en envoyant de l'air vers la ou les turbines par refroidir l'appareil.

[0008] La présente invention vise à réduire le temps nécessaire pour le dégivrage et/ou redémarrage et éventuellement de réduire le temps d'utilisation d'un vaporisateur de secours pour fournir un client. En utilisant la présente invention, il n'est plus nécessaire de purger les colonnes pour enlever le liquide qu'elles contiennent.

[0009] De plus il n'est plus nécessaire de prévoir une vanne en sortie de chaque turbine, donc le nombre total de vannes est réduit.

[0010] Selon un objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant un système de colonnes, une première turbine, une deuxième turbine, éventuellement un premier compresseur couplé à la première turbine, éventuellement un deuxième compresseur couplé à la deuxième turbine, un échangeur de chaleur, des moyens pour envoyer au moins une première fraction d'air refroidie dans l'échangeur de chaleur jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci vers la première et la deuxième turbines, une première conduite d'air détendu reliée au refoulement de la première turbine et au système de colonnes, une deuxième conduite d'air détendu reliée au refoulement de deuxième turbine, une conduite commune reliée aux première et deuxième conduites pour amener l'air détendu des turbines vers une colonne du système de colonnes et une vanne d'isolement, de préférence une seule vanne d'isolement, permettant de fermer la con-

duite commune.

[0011] Selon d'autres aspects facultatifs :

- l'appareil comprend une conduite de court-circuitage reliant l'entrée de la première turbine avec la sortie de la première turbine ainsi qu'avec la conduite commune à une position en amont de la vanne d'isolement, permettant à l'air de passer depuis l'entrée de la première turbine à la conduite commune sans passer par une turbine.
- l'appareil comprend au moins un compresseur entraîné par une de la première et la deuxième turbines.
- l'appareil comprend des moyens pour envoyer de l'air du compresseur entraîné par l'une des turbines vers les turbines après refroidissement dans l'échangeur de chaleur ou vers l'échangeur de chaleur pour s'y liquéfier au moins partiellement.
- l'appareil comprend une soupape de mise à l'air en amont de la vanne d'isolement et en aval des première et deuxième turbines, de préférence en aval de la conduite de court-circuitage.
- la vanne d'isolement est la seule vanne reliant la sortie de la première turbine avec le système de colonnes et/ou reliant la sortie de la deuxième turbine avec le système de colonnes pour y permettre le passage d'air.

[0012] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans un appareil de séparation d'air comprenant un système de colonnes, une première turbine, une deuxième turbine, éventuellement un premier compresseur couplé à la première turbine, éventuellement un deuxième compresseur couplé à la deuxième turbine et un échangeur de chaleur dans lequel :

- i) en marche normale, on envoie au moins une première fraction d'air se refroidir dans l'échangeur de chaleur jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci et ensuite on l'envoie vers la première et la deuxième turbines, on envoie de l'air détendu dans la première turbine et de l'air détendu dans la deuxième turbine vers une colonne du système de colonnes à travers une conduite commune, on sépare l'air provenant de la conduite commune dans le système de colonnes pour produire au moins un fluide enrichi en azote ou en oxygène, et
- ii) en marche de dégivrage on ferme la conduite commune au moyen d'une vanne d'isolement, on envoie un gaz de purge à une température supérieure à 0°C dans les turbines pour les dégivrer mais on n'envoie pas de gaz de purge au système de colonnes.

[0013] Eventuellement :

- on ferme la conduite commune au moyen de la vanne d'isolement qui est la seule vanne à fermer pour ce faire.

- on ferme la vanne d'isolement manuellement.
- la conduite commune est reliée à la colonne du système de colonnes opérant à la pression la plus élevée.
- on dégivre en envoyant de l'air sec à l'entrée du premier compresseur.
- on dégivre en envoyant un gaz sec dans le sens contraire de l'air en marche normale.
- le procédé ne comprend pas d'étape de purge des colonnes pendant la marche de dégivrage.

[0014] L'invention sera décrite en plus de détail en se référant à la figure qui représente un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique selon l'invention.

[0015] L'appareil comprend un système de colonnes comprenant une colonne opérant à une première pression K1 et une colonne opérant à une deuxième pression K2 inférieure à la première pression. Les colonnes sont reliées thermiquement à travers un rebouilleur de cuve de la deuxième colonne chauffé par de l'azote de tête de la première colonne. De l'oxygène liquide 31 est soutiré en cuve de la deuxième colonne K2 et de l'azote gazeux 33 est soutiré en tête de la deuxième colonne. De l'azote liquide est envoyé en tête de la deuxième colonne par certaines phases pour aider à tenir le procédé en froid.

[0016] L'appareil comprend une première turbine de détente d'air T1, une deuxième turbine de détente d'air T2, un premier compresseur d'air C1 couplé à la première turbine et un deuxième compresseur d'air C2 couplé à la deuxième turbine. L'air comprimé 1 est divisé en deux fractions, dont une première fraction 3 à l'échangeur de chaleur E. Une deuxième fraction 5 est envoyée au premier compresseur C1 où elle est comprimée à une pression supérieure à celle de la première fraction. La sortie du premier compresseur C1 est reliée à l'entrée de ce compresseur à travers une vanne V8.

[0017] Selon une première variante, la première fraction 3 est sortie d'un échangeur de chaleur à une température intermédiaire de celui-ci et n'ayant pas été comprimée dans le premier compresseur est envoyée vers la première et la deuxième turbines.

[0018] La deuxième fraction 5 se refroidit dans l'échangeur de chaleur jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci après avoir été comprimée dans le premier compresseur. Ensuite, elle est envoyée vers le deuxième compresseur C2.

[0019] En marche normale, l'air des première et deuxième turbines est envoyé à la première colonne K1 pour être séparé à travers l'unique vanne V11 et la conduite 13. La deuxième fraction 5 est comprimée dans le deuxième compresseur C2 et ensuite se refroidit dans l'échangeur de chaleur avant d'être envoyé sous forme liquide à la première colonne K1 à travers la vanne V9. Les vannes V2 et V3 sont fermées. Eventuellement une partie de l'air peut être envoyée à la partie par la conduite de court-circuitage 15 qui relie l'entrée de la turbine T1 en amont d'une vanne V13 avec la conduite 13 en amont de la vanne V11. La conduite de court-circuitage 15 com-

prend une vanne V7 mais aucune turbine. Tout débit arrivant d'une turbine et éventuellement la conduite de court-circuitage doit passer par la vanne V11, aucune vanne n'étant connectée entre les sorties de turbine et la vanne V11.

[0020] En cas de dégivrage, on ferme la vanne d'isolement V11 pour empêcher l'arrivée de fluides provenant de la colonne K1 lors du réchauffement de celle-ci, ce qui pourrait provoquer un accident. Pour dégivrer les turbines, on envoie un gaz sec dans chaque turbine, passant dans le sens contraire du passage normal de l'air à distiller. Les vannes V4 et V5 peuvent être fermées ou ouvertes en fonction de la location en amont ou en aval de la sortie ou éventuellement entrée de dégivrage pour la turbine considérée.

[0021] La vanne d'isolation manuelle V11 est disposée en sortie des turbines T1, T2. La conduite de court-circuitage 15 est reliée à un point en amont de la vanne V11 et en aval des arrivées d'air des turbines T1, T2. Cette vanne V11 ainsi que la vanne d'air liquide V9, étant fermées, permettent d'isoler les machines de la colonne et donc de conserver les liquides dans les colonnes.

[0022] On remarquera l'absence de vannes directement après les refoulements des turbines T1, T2, l'unique vanne V11 était placée en aval de l'arrivée d'air des deux turbines et de l'air de court-circuitage de la conduite 15.

[0023] Ainsi en fermant la vanne V11 manuellement, il est possible d'empêcher le retour de gaz froid de la colonne (dû à son réchauffement) vers les turbines ou les compresseurs.

[0024] Ceci permet un gain de temps de redémarrage et limitation du temps d'utilisation de la vaporisation de secours pendant le changement de cartouche des machines.

[0025] Une soupape de mise à l'air S1 est reliée à la sortie de la turbine T1 en amont de la vanne V11 et des points d'arrivée d'air de la turbine T2 et de la conduite de court-circuitage 15. Une autre soupape sans référence permet la mise à l'air de gaz circulant dans la conduite 17 entre la sortie de T2 et M.

[0026] Une injection de gaz sec, de préférence de l'air à l'entrée du booster froid C1, afin d'éviter une migration de froid depuis la ligne d'échange E, permet le remplacement aisé de la cartouche de la turbine T1 sans avoir à dégivrer la ligne d'échange E.

[0027] Ceci permet également un gain de temps de redémarrage et la limitation du temps d'utilisation de la vaporisation de produits liquides de l'appareil pendant le changement de cartouche machine.

[0028] Une soupape S2 de mise à l'air permet de laisser s'échapper le gaz dans la conduite 13 entre la vanne V11 et la colonne K1.

55 Revendications

1. Appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant un système de colonnes (K1, K2),

- une première turbine (T1), une deuxième turbine (T2), éventuellement un premier compresseur (C1) couplé à la première turbine, éventuellement un deuxième compresseur (C2) couplé à la deuxième turbine, un échangeur de chaleur (E), des moyens (9, 11) pour envoyer au moins une première fraction d'air refroidie dans l'échangeur de chaleur jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci vers la première et la deuxième turbines, une première conduite d'air détendu reliée au refoulement de la première turbine et au système de colonnes, une deuxième conduite d'air détendu (17) reliée au refoulement de deuxième turbine, une conduite commune (13) reliée aux première et deuxième conduites pour amener l'air détendu des turbines vers une colonne du système de colonnes et une vanne d'isolement (V11), de préférence une seule vanne d'isolement, permettant de fermer la conduite commune.
2. Appareil selon la revendication 1 comprenant une conduite de court-circuitage (15) reliant l'entrée de la première turbine (T1) avec la sortie de la première turbine ainsi qu'avec la conduite commune (13) à une position en amont de la vanne d'isolement (V11), permettant à l'air de passer depuis l'entrée de la première turbine à la conduite commune sans passer par une turbine.
 3. Appareil selon la revendication 1 comprenant au moins un compresseur (C1, C2) entraîné par une de la première et la deuxième turbines (T1, T2).
 4. Appareil selon la revendication 3 comprenant des moyens pour envoyer de l'air du compresseur (C1, C2) entraîné par l'une des turbines vers les turbines (T1, T2) après refroidissement dans l'échangeur de chaleur ou vers l'échangeur de chaleur (E) pour s'y liquéfier au moins partiellement.
 5. Appareil selon l'une des revendications précédentes comprenant une soupape (S1) de mise à l'air en amont de la vanne d'isolement (V11) et en aval des première et deuxième turbines, de préférence en aval de la conduite de court-circuitage.
 6. Appareil selon l'une des revendications précédentes dans lequel la vanne d'isolement (V11) est la seule vanne reliant la sortie de la première turbine (T1, T2) avec le système de colonnes (K1, K2) et/ou reliant la sortie de la deuxième turbine avec le système de colonnes pour permettre l'arrivée d'air dans le système.
 7. Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans un appareil de séparation d'air comprenant un système de colonnes (K1, K2), une première turbine (T1), une deuxième turbine (T2), éventuellement un premier compresseur couplé à la première turbine, éventuellement un deuxième compresseur couplé à la deuxième turbine et un échangeur de chaleur (E) dans lequel :
 - i) en marche normale, on envoie au moins une première fraction d'air se refroidir dans l'échangeur de chaleur jusqu'à une température intermédiaire de celui-ci et ensuite on l'envoie vers la première et la deuxième turbines, on envoie de l'air détendu dans la première turbine et de l'air détendu dans la deuxième turbine vers une colonne du système de colonnes à travers une conduite commune (13), on sépare l'air provenant de la conduite commune dans le système de colonnes pour produire au moins un fluide enrichi en azote ou en oxygène, et
 - ii) en marche de dégivrage, on ferme la conduite commune (13) au moyen d'une vanne d'isolement (V11), on envoie un gaz de purge à une température supérieure à 0°C dans les turbines pour les dégivrer mais on n'envoie pas de gaz de purge au système de colonnes.
 8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel on ferme la conduite commune au moyen de la vanne d'isolement (V11) qui est la seule vanne à fermer pour ce faire.
 9. Procédé selon la revendication 7 ou 8 dans lequel on ferme la vanne d'isolement (V11) manuellement.
 10. Procédé selon la revendication 7, 8 ou 9 dans lequel la conduite commune (13) est reliée à la colonne (K1) du système de colonnes opérant à la pression la plus élevée.
 11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10 dans lequel on dégivre en envoyant de l'air sec à l'entrée du premier compresseur (C1) .
 12. Procédé selon l'une des revendications 7 à 11 dans lequel on dégivre en envoyant un gaz sec dans le sens contraire de l'air en marche normale.
 13. Procédé selon l'une des revendications 7 à 12 ne comprenant pas d'étape de purge des colonnes pendant la marche de dégivrage.

