

⑫ **CERTIFICAT D'UTILITÉ** **B3**

⑤④ Distributeur de liquide avec collecteur.

②② Date de dépôt : 23.05.23.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 29.11.24 Bulletin 24/48.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
certificat d'utilité : 25.04.25 Bulletin 25/17.

⑤⑥ Les certificats d'utilité ne font pas l'objet d'un
rapport de recherche.

⑦② Inventeur(s) : WATTIAU Mikael.

⑦③ Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME
POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES
PROCÉDES GEORGES CLAUDE Société Anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ
ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION
DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE.

FR 3 148 916 - B3



Description

Titre de l'invention : Distributeur de liquide avec collecteur

- [0001] La présente invention est relative à un distributeur de liquide pour colonne d'échange de chaleur et de la matière, notamment à garnissage. Elle concerne en plus une colonne équipée d'un tel distributeur et d'au moins un module de garnissages structurés ou en vrac. Elle concerne également un procédé de distillation pour séparer un mélange d'au moins deux composants dans lequel l'échange de matière et de chaleur entre un liquide et un gaz s'effectue utilisant un distributeur selon l'invention ou une colonne selon l'invention.
- [0002] EP0434510 décrit un distributeur de liquide pour colonne d'échange de chaleur et de la matière à garnissage comprenant : une couronne périphérique, une série de parois verticales s'étendant parallèlement entre elles; des moyens d'obturation étanche délimitant entre les parois verticales des espaces alternés de passage de gaz et de passage de liquide; des moyens permettant l'évacuation vers le haut du gaz contenu dans les espaces de passage de gaz ; et un fond perforé disposé à la base de chaque espace de collection de liquide et relié à joint étanche à la ou à chaque paroi verticale adjacente et à la couronne.
- [0003] L'utilisation dans les colonnes de distillation de garnissages structurés, du type ondulé croisé, tel que décrit dans le document WO 89/10527, présente des avantages importants, notamment du point de vue de la perte de charge du gaz montant.
- [0004] Le liquide de la colonne est versé sur le distributeur, s'accumule dans les passages de liquide et passe à travers les perforations du fond. Le gaz remontant la colonne d'en dessous le distributeur passe dans les passages de gaz et est évacué vers le haut.
- [0005] Dans un tronçon garni d'une colonne de transfert de masse gaz-liquide, il est souhaitable de redistribuer la phase liquide au bout d'une certaine hauteur de tronçon d'échange. On utilise alors un collecteur et un distributeur. Ceux-ci sont complexes à fabriquer, ont un certain encombrement sans contribuer directement au transfert.
- [0006] Deux options sont proposées par les fabricants d'interne de colonne :
- utiliser un collecteur qui récupère le liquide en laissant passer le gaz, il intègre parfois la fonction de support pour le tronçon garni supérieur,
 - utiliser un redistributeur qui intègre la fonction collection au distributeur.
- [0007] Dans le premier cas, on fait appel à des constructions relativement complexes, avec beaucoup de pièces de formes différentes, chacune étant découpée, pliée, perforée, qui sont ensuite assemblées en général par soudage. Cette complexité entraîne une fabrication onéreuse en faisant appel à différentes machines avec de nombreuses étapes de fabrication.
- [0008] L'avantage de ce type de collecteur est que l'on peut le fonctionnaliser facilement,

notamment avec un re-mélange du liquide accru ou l'adjonction d'entrée ou de sortie. En revanche, il est en général assez encombrant.

- [0009] Le deuxième type de solution est un peu moins complexe dans la mesure où il consiste généralement à munir les passages gaz du distributeur ("cheminées") de "toits" pour conduire le liquide vers les distributeurs. Ces "toits" sont cependant relativement nombreux.
- [0010] Nettement moins encombrante qu'un collecteur séparé, cette solution laisse moins de souplesse pour l'intégration d'autres fonctions, notamment de re-mélange. Pour maintenir une bonne qualité de distribution, on cherche à limiter les vitesses horizontales de liquide à l'intérieur des goulottes du distributeur. L'adjonction de nouvelles fonctions, ne serait-ce que par l'encombrement qu'elles impliquent, est susceptible d'augmenter des vitesses horizontales.
- [0011] Les deux types de collecteur peuvent faire office de redistributeur si on adapte leur fond en le munissant de nombreuses perforations. Ils sont alors très compacts mais la qualité du remélange est affectée.
- [0012] L'invention tire parti de l'effet qu'un liquide mouillant a tendance sous l'effet de la gravité à couler jusqu'au point le plus bas lorsqu'il est en contact avec un solide plutôt que de se détacher. Ceci est dû au fait que l'énergie de surface entre un solide et un gaz est souvent très supérieure à celle entre un liquide et un gaz (la tension de surface), en particulier lorsque le solide est un métal et que le liquide est proche de son point d'ébullition (conditions que l'on retrouve dans une colonne de distillation). Ceci est à l'origine d'une force qui favorise l'étalement du liquide sur le solide pour minimiser cette énergie de surface. Cette force est en compétition avec l'inertie du liquide causée par la vitesse du fluide et avec la gravité qui aura d'autant plus d'effet localement que le liquide s'accumule.
- [0013] L'invention consiste à disposer un collecteur au-dessus d'un distributeur classique d'une colonne. Ce collecteur est une plaque perforée de préférence métallique qui occupe la quasi-totalité de la section horizontale de la colonne, au-dessus d'un distributeur de liquide et de préférence en dessous d'une section de garnissages structurés ou en vrac. Cette plaque est pliée (ou ondulée) en dents de scie de telle sorte que les points bas de cette plaque formant des vallées se situent au-dessus des goulottes dédiés au liquide du distributeur.
- [0014] Selon un aspect de l'invention, il est prévu un distributeur de liquide pour colonne d'échange de chaleur et de la matière, notamment à garnissage comprenant : une couronne périphérique, une série de parois verticales s'étendant parallèlement entre elles; des moyens d'obturation étanche délimitant entre les parois verticales des espaces alternés de passage de gaz et de passage de liquide; des moyens permettant l'évacuation vers le haut du gaz contenu dans les espaces de passage de gaz ; et un fond

perforé disposé à la base de chaque espace de collection de liquide et relié à joint étanche à la ou à chaque paroi verticale adjacente et à la couronne caractérisé en ce qu'il comprend un collecteur de section circulaire disposé avec son diamètre à l'horizontale, le collecteur étant en matériau plié perforé, les plis étant droits et parallèles les uns aux autres et des plis alternés du collecteur formant une série de vallées situées au-dessus des espaces de passage de liquide, de sorte qu'un liquide s'accumulant dans une vallée tombe dans le passage de liquide en dessous.

[0015] Selon d'autres caractéristiques facultatives :

- chaque vallée se trouve sur toute sa longueur au-dessus d'un seul espace de passage de liquide.
- des plis alternés du collecteur forment des crêtes situés au-dessus des espaces de passages de gaz.
- chaque crête se trouve sur toute sa longueur au-dessus d'un seul espace de passage de gaz.
- aucune vallée de la série n'est située au-dessus d'un espace de passage de gaz.
- aucun crête de la série n'est situé au-dessus d'un espace de passage de liquide.
- le collecteur est perforé tel que le taux d'ouverture est supérieur à 80%.
- les vallées et les crêtes sont formés entre deux surfaces planes à un angle oblique l'une à l'autre.
- le collecteur est constitué uniquement de surfaces planes disposées à un angle aigu avec l'horizontale.
- les plis formant les vallées sont eux-mêmes orientées vers le bas pour faire écouler le liquide vers la couronne.
- les plis formant les vallées sont eux-mêmes orientées vers le bas pour faire écouler le liquide vers l'intérieur du collecteur.
- le collecteur est en métal, éventuellement en métal déployé ou en grillage.
- chaque vallée a la même longueur que l'espace de passage de liquide au-dessus duquel elle est située
- chaque crête a la même longueur que l'espace de passage de gaz au-dessus duquel il est situé

[0016] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une colonne comprenant au moins un module de garnissages structurés ondulé-croisé ou en vrac et au-dessus de ce module un distributeur tel que décrit ci-dessus

[0017] La colonne peut comprendre au moins un module de garnissages structurés ondulé-croisé ou en vrac et en dessous de ce module un distributeur tel que décrit ci-dessus, le collecteur servant de support pour le module de garnissages au-dessus du distributeur.

[0018] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de distillation pour séparer un mélange d'au moins deux composants dans lequel l'échange de matière et

de chaleur entre un liquide et un gaz s'effectue utilisant un distributeur tel que décrit ci-dessus ou une colonne tel que décrite ci-dessus.

- [0019] Il faut naturellement découper la plaque constituant le collecteur aux dimensions de la section de colonne.
- [0020] Le taux de perforation et la taille des perforations sont ajustés de telle sorte que le liquide ne se détache pas avant d'atteindre un point bas. Pour ce faire, on limite également les pentes qui donnent des vitesses trop importantes dans des zones de décrochage.
- [0021] Grâce au pliage, la surface totale des perforations peut se rapprocher voire excéder l'aire de la section de la colonne. Un taux d'ouverture supérieur à 80%, voire à 100%, pour le matériau plié du collecteur, permet de minimiser les pertes de charge pour le gaz.
- [0022] Les points hauts formant les crêtes de la plaque pliée du collecteur servent de support aux garnissages structurés ou en vrac au-dessus du collecteur. Une plaque perforée peut aisément être dimensionnée pour supporter des charges importantes comme l'atteste son utilisation massive dans le secteur des bâtiments et travaux publics.
- [0023] Un avantage du collecteur est que l'on utilise seulement une seule plaque métallique perforée pliée et découpée en périphérie. Cette construction très simple limite le temps de fabrication et nécessite peu de machines
- [0024] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant aux figures dans lesquelles
- [0025] [Fig.1] illustre une coupe transversale partielle en élévation du distributeur.
- [0026] [Fig.2] est une vue de dessus du distributeur.
- [0027] [Fig.3] est une vue de dessus du distributeur.
- [0028] La partie du distributeur représentée à la [Fig.1] comprend un distributeur D constitué d'une couronne périphérique R, d'une série d'espaces de passage d'accumulation de liquide L séparés par les espaces de passage qui sont les passages d'écoulement de gaz G. Ces espaces sont formés par une série de parois verticales s'étendant parallèlement entre elles. Des moyens d'obturation étanche ferment les espaces de passage de gaz G sur le côté délimitant entre les parois verticales les espaces alternés de passage de gaz G et de passage de liquide L. Des moyens permettant l'évacuation vers le haut du gaz contenu dans les espaces de passage de gaz G, ces moyens pouvant être constitués par une cheminée, une ouverture dans la partie haut des profilés ou une ouverture en haut de l'espace de passage de gaz G. Les espaces de passage de G peuvent être ouverts vers le haut comme dans la figure ou surmontés de demi-toits.
- [0029] Le liquide circule du haut vers le bas et sort des espaces passage de liquide L par des perforations dans le fond circulaire du distributeur. Le gaz montant dans la colonne

passer dans les espaces de gaz et en sort par des ouvertures en haut des espaces de gaz. Ici seulement trois espaces de passage de liquide L et deux espaces de passage de gaz G sont illustrés pour expliquer le principe de l'invention.

- [0030] Le distributeur et le collecteur sont typiquement en acier inoxydable ou en aluminium.
- [0031] Au-dessus du distributeur se trouve un collecteur B qui reçoit du liquide d'un point tout à fait en haut de la colonne ou venant d'un module de garnissages structurés ou en vrac qui réalisent un échange de masse et de chaleur entre le gaz et le liquide.
- [0032] On observe sur toute la surface du collecteur B un maillage régulier de perforations.
- [0033] Le collecteur B étant en matériau plié perforé, les plis C, V étant droits et parallèles les uns aux autres. Des plis alternés V du collecteur forment une série de vallées situées au-dessus des passages de liquide L, de sorte qu'un liquide s'accumulant dans une vallée tombe dans le passage de liquide L en dessous.
- [0034] Le taux de perforation du collecteur a une valeur égale à un pourcentage entre 30 et 60%, à multiplier par entre 1.4 ($\sqrt{2}$ pour 45°) à 2 (pour 60°) avec l'angle d'inclinaison ($\times 1 / \cos(\theta)$).
- [0035] Le diamètre hydraulique des perforations est entre 1 et 5 mm.
- [0036] Le gaz montant des espaces de gaz traverse le collecteur par ses perforations.
- [0037] Des plis alternés C, constituant le reste des plis du collecteur, forment des crêtes où le liquide ne s'accumule, ces crêtes étant disposés de préférence au-dessus des espaces de gaz G.
- [0038] Les vallées V et les crêtes C sont formés chacun entre deux surfaces planes à un angle oblique l'une à l'autre.
- [0039] De préférence le collecteur B est constitué uniquement de surfaces planes disposées à un angle aigu avec l'horizontale, par exemple entre 45° et 60°. Ainsi l'angle de pli est entre 60° et 90°.
- [0040] Au-dessus du collecteur se trouve un module de garnissages structurés composé d'un empilement de lamelles ondulés-croisés ou en vrac, de manière connue. Le collecteur peut servir de support pour ce module, le collecteur lui-même étant fixé à la paroi de la colonne cylindrique qui le contient ou étant attaché au distributeur qui est fixé à la colonne.
- [0041] La colonne, le collecteur C et le distributeur D sont tous de section circulaire, le collecteur et le distributeur ayant chacun un diamètre sensiblement égal au diamètre interne de la colonne.
- [0042] La [Fig.2] montre un distributeur D avec 10 espaces de gaz G et des espaces de passage de liquide L entre chaque paire d'espaces de passage de gaz G. Ici on voit la forme circulaire de la plaque formant le collecteur B et la couronne R formant le bord circulaire du distributeur D.

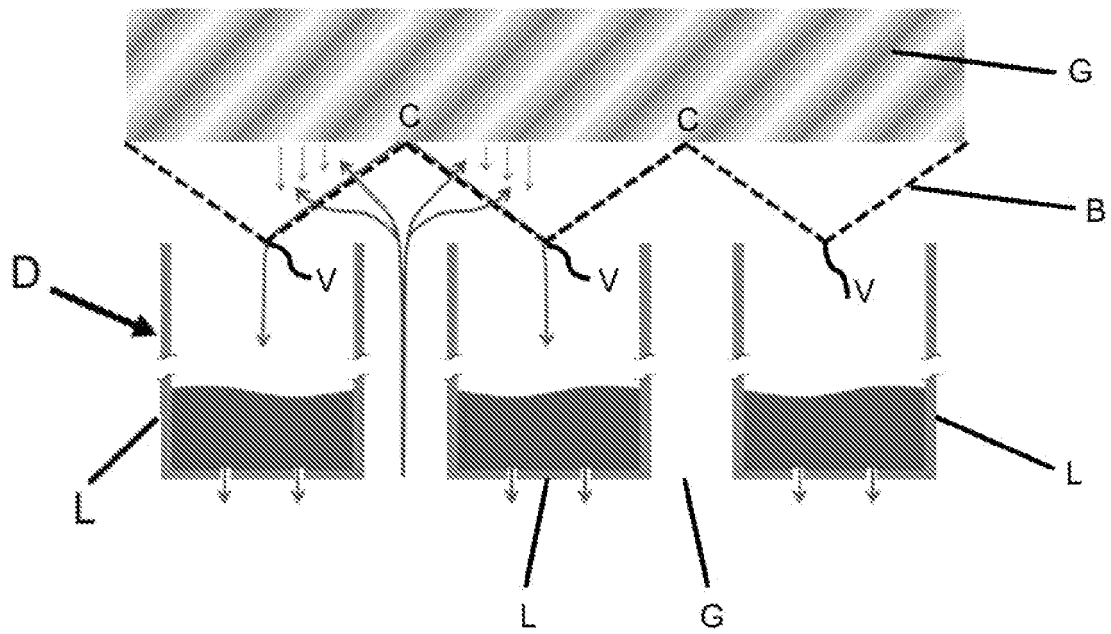
- [0043] Cette solution est également très compacte et intègre la fonction de support des garnissages. En jouant sur la position des points bas, on peut également lui intégrer des fonctions supplémentaires, notamment de re-mélange.
- [0044] Dans cet exemple, la plaque perforée B est pliée à 90° , alternativement dans un sens et dans l'autre, sur toute sa largeur et s'étend ainsi sur toute la section de la colonne au-dessus du distributeur. Les points bas sont situés au niveau des plis inférieurs V où le liquide tombant du garnissage va s'accumuler et se détacher. Ils sont positionnés au-dessus des goulottes ou espaces de passage de liquide L du distributeur. On peut adjoindre, si les débits liquides l'imposent, des brise-jets sous les points bas. Ici les points bas se trouvent tous à la même hauteur au-dessus du fond du distributeur.
- [0045] On peut optimiser la position des points bas pour minimiser les interférences avec des entrées de gaz ou pour améliorer le re-mélange. Par exemple, on peut former une plaque avec des plis alterne la position les points bas d'un côté ou de l'autre de la colonne. Ainsi le liquide collecté à un endroit de la colonne est conduit vers un autre. Ceci peut être mieux maîtrisé en ajustant la position de rampes ou de bacs de pré-distribution.
- [0046] Avec certains types de garnissages, la composition du liquide est quelque peu hétérogène sur la section du module de garnissage, du fait d'une redistribution imparfaite du liquide descendant le long du pack et des "effets de bord". Si cette hétérogénéité risque d'avoir des conséquences à un niveau donné de la colonne, on peut utiliser la variante représentée à la [Fig.3]. La [Fig.3] illustre un mode de réalisation où la plaque perforée est pliée de manière analogue au mode de réalisation représenté en [Fig.2]. Cette fois-ci les plis inférieurs V sont orientés vers le bas, l'orientation changeant de sens, d'un espace de passage de liquide à un autre. Ainsi on voit que les extrémités des vallées V de deux espaces de passage de liquide adjacents ne sont pas à la même hauteur. La vallée V descend vers le fond de la gauche vers la droite alors que la vallée V adjacente descend vers le fond de la droite vers la gauche. Ainsi le liquide s'écoule vers un côté de la couronne R d'une vallée V et de l'autre côté de la couronne de la vallée V adjacente. Ce permet de mieux distribuer le liquide et d'éliminer une concentration ou une variation de débit sur un côté de la colonne. Une couronne périphérique P dans le distributeur D fait office de rampe de pré-distribution pour favoriser le re-mélange entre les différentes goulottes. Elle renvoie vers le centre le liquide qui s'écoule en paroi.
- [0047] Si, en tant que plaques perforées, on utilise du métal déployé, on pourra encore réduire les coûts. En effet, c'est une méthode de fabrication relativement bon marché avec une plage de dimensionnement très large.
- [0048] Alternativement on peut également employer des feuilles de grillage soudé ou de toile métallique, qui sont considérées être des plaques perforées dans ce contexte.

Revendications

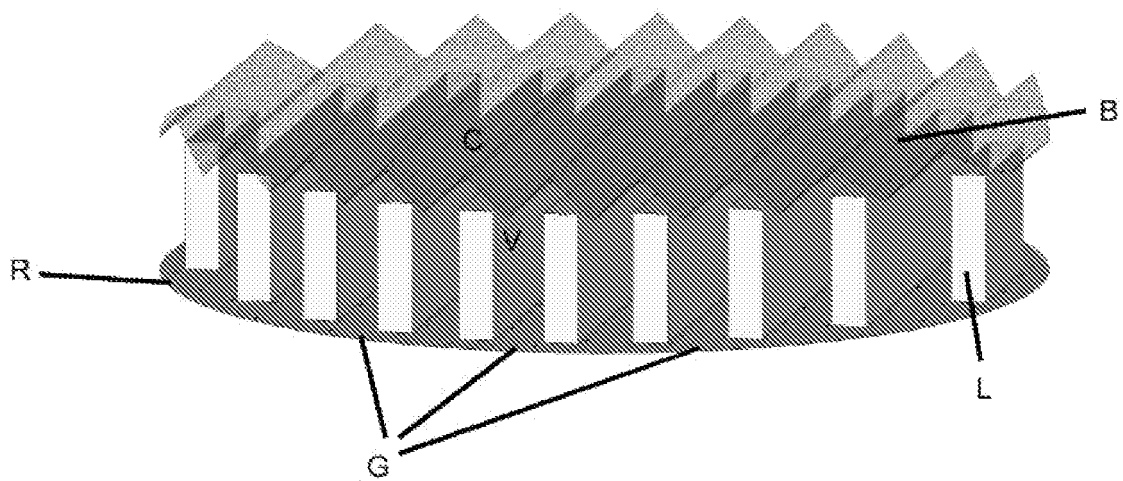
- [Revendication 1] Distributeur de liquide (D) pour colonne d'échange de chaleur et de la matière, notamment à garnissage comprenant : une couronne périphérique (R), une série de parois verticales s'étendant parallèlement entre elles; des moyens d'obturation étanche délimitant entre les parois verticales des espaces alternés de passage de gaz (G) et de passage de liquide (L); des moyens permettant l'évacuation vers le haut du gaz contenu dans les espaces de passage de gaz ; et un fond perforé disposé à la base de chaque espace de passage de liquide (L) et relié à joint étanche à la ou à chaque paroi verticale adjacente et à la couronne caractérisé en ce qu'il comprend un collecteur (B) de section circulaire disposé avec son diamètre à l'horizontale, le collecteur étant en matériau plié perforé, les plis étant droits et parallèles les uns aux autres et des plis alternés du collecteur formant une série de vallées (V) situées au-dessus des espaces de passage de liquide, de sorte qu'un liquide s'accumulant dans une vallée tombe dans l'espace de passage de liquide en dessous.
- [Revendication 2] Distributeur selon la revendication 1 dans lequel des plis alternés du collecteur (B) forment des crêtes (C) situés au-dessus des espaces de passage de gaz (G).
- [Revendication 3] Distributeur selon la revendication 1 dans lequel aucune vallée de la série n'est située au-dessus d'un espace de passage de gaz (G).
- [Revendication 4] Distributeur selon l'une des revendications précédentes dans lequel le collecteur (B) est perforé tel que le taux d'ouverture est supérieur à 80%.
- [Revendication 5] Distributeur selon l'une des revendications précédentes dans lequel les vallées (V) et les crêtes (C) sont formés entre deux surfaces planes à un angle oblique l'une à l'autre.
- [Revendication 6] Distributeur selon l'une des revendications précédentes dans lequel le collecteur (B) est constitué uniquement de surfaces planes disposées à un angle aigu avec l'horizontale.
- [Revendication 7] Distributeur selon l'une des revendications précédentes dans lequel les plis formant les vallées sont eux-mêmes orientées vers le bas pour faire écouler le liquide vers la couronne (R).
- [Revendication 8] Distributeur selon l'une des revendications précédentes dans lequel le collecteur (B) est en métal, éventuellement en métal déployé ou en grillage.

- [Revendication 9] Colonne d'échange de chaleur et de la matière comprenant au moins un module (G) de garnissages structurés ondulé-croisé ou en vrac et au-dessus de ce module un distributeur (D) selon une des revendications 1 à 8.
- [Revendication 10] Colonne selon la revendication 9 comprenant au moins un module (G) de garnissages structurés ondulé-croisé ou en vrac et en dessous de ce module un distributeur (D) selon une des revendications 1 à 8, le collecteur (B) servant de support pour le module de garnissages au-dessus du distributeur.
- [Revendication 11] Procédé de distillation pour séparer un mélange d'au moins deux composants dans lequel l'échange de matière et de chaleur entre un liquide et un gaz s'effectue utilisant un distributeur (D) selon une des revendications 1 à 8 ou une colonne selon l'une des revendications 9 ou 10.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

