

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 27475

(54)

Appareil de contact gaz-liquide à contre-courant.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). B 01 D 3/24.

(22)

Date de dépôt..... 7 novembre 1979.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 21 du 22-5-1981.

(71)

Déposant : SHAFRANOVSKY Alexandr Vladimirovich, RUCHINSKY Vitaly Rafael-Abovich, KURKOVSKAYA Violetta Volfovna, OLEVSKY Viktor Markovich, BASKOV Jury Alexandrovich, CHUBUKOV Vladimir Kazimirovich, GAVRILIN Vladimir Petrovich et VOLKOV Nina Mikhailovna, résidant en URSS.

(72)

Invention de : A. V. Shafranovsky, V. R.-A. Ruchinsky, V. V. Kurkovskaya, V. M. Olevsky, J. A. Baskov, V. K. Chubukov, V. P. Gavrilin et N. M. Volkov.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne les équipements utilisés pour la réalisation de processus d'échange de masse entre un gaz et un film de liquide, par exemple de processus de rectification, d'absorption, et a notamment pour objet un appareil de contact gaz-liquide à contre-courant.

Un domaine d'application particulièrement avantageux de l'invention est la rectification sous vide des matières sensibles aux températures élevées, par exemple : lactames, acides gras, alcools polyatomiques, esters à point d'ébullition élevé, diverses huiles, produits alimentaires et pharmaceutiques.

Etant donné le développement rapide de l'industrie des matières organiques au cours de ces dix dernières années, se pose le problème de la création d'appareils de rectification pour la séparation et l'épuration de substances organiques qui sont soit des produits intermédiaires soit des produits finals. Normalement, de telles substances se caractérisent par leur sensibilité aux effets thermiques. Etant donné que dans le processus de rectification la température de la substance subissant le traitement est égale à son point d'ébullition déterminé par la valeur de la pression régnant à l'intérieur de l'appareil, on s'efforce d'effectuer la rectification des substances thermosensibles sous vide.

Pour que la pression soit, dans la mesure du possible, également basse en tout point de l'appareil de rectification, on utilise des appareils présentant une résistance hydraulique très faible au passage des vapeurs, les appareils utilisés le plus souvent étant les appareils de contact gaz-liquide du type à film.

Il est connu un appareil de contact gaz-liquide destiné à la réalisation des processus d'échange de masse dans un système "liquide-gaz", comprenant un corps muni de tubulures d'entrée et de sortie du gaz et de tubulures d'entrée et de sortie du liquide, des plaques horizontales arrosées, placées dans ledit corps l'une au-dessus de

l'autre et de façon à former des jeux entre elles, et des moyens d'amenée du liquide sur les plaques arrosées. Les tubulures d'entrée et de sortie du gaz sont disposées horizontalement à un même niveau. Chaque plaque arrosée présente à l'une de ses extrémités des orifices d'écoulement, les orifices de chaque deux plaques voisines arrosées d'en haut et d'en bas étant pratiqués à leurs extrémités opposées. Sur chaque plaque arrosée, le liquide se déplace de l'une de ses extrémités, non pourvue d'orifices d'écoulement, vers son autre extrémité comportant des orifices d'écoulement. Le gaz passe à travers les jeux entre les plaques arrosées, en se déplaçant de l'une de leurs extrémités à l'autre et en entrant en contact avec le film de liquide se trouvant sur lesdites plaques. Dans les limites de l'appareil, le liquide se déplace de haut en bas suivant une trajectoire en zig-zag, en s'écoulant d'une plaque arrosée sur l'autre à travers les orifices d'écoulement. Si sur l'une quelconque des plaques arrosées le film de liquide se déplace à contre-courant par rapport au gaz, sur les plaques arrosées voisines supérieure et inférieure il se déplace à courant direct ou dans le même sens que le gaz.

L'inconvénient de cet appareil connu réside dans son efficacité limitée, due au fait que, lors de son fonctionnement, on n'arrive pas à respecter le principe du mouvement à contre-courant du gaz et du liquide. En utilisant un tel appareil pour la rectification, il est impossible d'obtenir plus d'un plateau théorique (degré de séparation théorique).

On connaît aussi un appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, comprenant un corps muni de tubulures d'amenée de gaz dans la partie inférieure de l'appareil, d'évacuation du gaz de la partie supérieure de l'appareil, d'introduction du liquide dans la partie supérieure de l'appareil et d'évacuation du liquide de la partie inférieure de l'appareil, des plaques arrosées disposées dans ledit corps l'une au-dessus de l'autre et de façon à former

entre elles des jeux, et des moyens pour l'amenée du liquide sur les plaques arrosées. Chaque plaque arrosée est montée horizontalement et pourvue d'un grand nombre de tubulures de déversement.

5 Lors du fonctionnement d'un tel appareil, le gaz arrive à l'intérieur de l'appareil à travers la tubulure se trouvant dans la partie inférieure du corps, traverse toutes les plaques arrosées en passant à travers les tubulures de déversement et en entrant en contact avec le
10 film de liquide recouvrant la surface supérieure des plaques arrosées. A travers la tubulure prévue dans la partie supérieure du corps, le gaz est acheminé hors de l'appareil. A travers la tubulure se trouvant dans la partie supérieure du corps, le liquide est amené sur la
15 plaque supérieure extrême, se répand le long de celle-ci et, à travers les tubulures de déversement, arrive sur la plaque arrosée sous-jacente en recouvrant celle-ci et en formant sur toute sa surface une couche mince (film). En s'écoulant d'une plaque arrosée sur l'autre et en arrosant
20 lesdites plaques, le liquide arrive dans la partie inférieure de l'appareil, d'où il est évacué à l'extérieur à travers une tubulure. Dans tout appareil, l'écoulement du gaz et du liquide s'effectue à contre-courant l'un de l'autre, ce qui assure l'obtention, dans un seul appareil,
25 d'un grand nombre de plateaux théoriques.

 L'inconvénient de l'appareil connu qui vient d'être décrit réside dans les restrictions affectant l'efficacité de l'échange de masse (par exemple dans le cas de la rectification) et imposées par certaines particularités
30 de construction de l'appareil.

 Premièrement, il n'est pas possible de développer la surface de contact en diminuant les jeux entre les plaques arrosées, car les jeux doivent dépasser la hauteur des tubulures de déversement se trouvant sur le côté
35 inférieur desdites plaques. Une diminution des jeux provoque une perturbation de l'écoulement du liquide d'une plaque arrosée sur l'autre, le débit unitaire de la phase

gazeuse à travers l'appareil diminue, et il peut même se produire une inondation de l'appareil.

Deuxièmement, la turbulence du courant de gaz n'est pas suffisante lors de son contact avec le film
5 de liquide.

Troisièmement, il peut avoir lieu un entraînement des gouttes, étant donné que les gouttes et les filets de liquide s'écoulant des tubulures de déversement de la plaque arrosée sus-jacente vers la plaque sous-jacente
10 peuvent être entraînés par le courant de gaz. Dans ce cas, le liquide revient partiellement sur les plaques arrosées sus-jacentes, ce qui réduit l'efficacité de l'échange de masse.

Quatrièmement, le gaz et le film de liquide recouvrant la plaque arrosée horizontale se déplacent à
15 contre-courant l'un vers l'autre. Or, quand la vitesse du gaz atteint une certaine valeur assez élevée, cela peut provoquer un freinage de l'écoulement du liquide sous forme de film, une accumulation du liquide sur les plaques arrosées horizontales et, en définitive, influencer défavora-
20 blement sur les caractéristiques d'échange de masse de l'appareil.

Cinquièmement, même des écarts insignifiants de l'appareil par rapport à la position verticale, dus à des
25 erreurs de montage possibles, peuvent affecter l'intégrité du film de liquide sur les plaques arrosées horizontales. Le mouillage incomplet des plaques aboutit dans ce cas à un abaissement de l'efficacité de l'échange de masse dans l'appareil.

30 Le but de la présente invention est d'éliminer les inconvénients mentionnés dans ce qui précède.

L'invention se propose donc de procurer un appareil de contact gaz-liquide à contre-courant assurant une surface de contact développée, une turbulence supplémentaire
35 du courant de gaz et un entraînement minimal de gouttes, appareil dans lequel serait exclu le freinage de l'écoulement du liquide sous forme d'un film par le courant de gaz

et serait assuré un mouillage total des plaques arrosées même en cas de faibles écarts de l'appareil par rapport à la position verticale, et dont la durée de service serait prolongée, tout en ne nécessitant que des frais supplémentaires réduits à un minimum.

Cela permettrait de rendre plus efficace l'échange de masse dans l'appareil.

Ce but est atteint du fait que l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, du type comprenant un corps muni de tubulures d'amenée du gaz dans la partie inférieure dudit corps, d'évacuation du gaz de la partie supérieure dudit corps, d'introduction du liquide dans la partie supérieure dudit corps et d'évacuation du liquide de la partie inférieure dudit corps, des plaques arrosées installées à l'intérieur du corps l'une au-dessus de l'autre et de façon à former entre elles des jeux, et des moyens d'amenée du liquide sur les plaques arrosées, est caractérisé, selon l'invention, en ce que les plaques arrosées sont réalisées sous forme d'auges ouvertes à leur partie supérieure et assemblées de façon à constituer au moins une pile distincte ayant des bords inclinés allant en s'écartant ou divergents sur leurs côtés opposés, et disposées suivant une spirale descendante de manière qu'entre les bords inclinés desdites auges et les parois dudit corps soient ménagés des canaux destinés au passage du gaz dans la direction verticale et dans lesquels sont placées sensiblement horizontalement des cloisons de guidage fermant complètement lesdits canaux et déviant le courant de gaz d'un canal vers l'autre à travers les jeux entre les auges, dans le sens allant de l'un des rebords de l'auge vers l'autre.

Dans un tel appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, les jeux entre les auges voisines peuvent être réalisés suffisamment petits sans que cela perturbe son régime de fonctionnement normal. La diminution de la valeur des jeux entre les auges permet d'augmenter la surface de contact par unité de volume de l'appareil.

Du fait que le courant de gaz se déplace perpendiculairement aux auges, les bords inclinés des auges provoquent une certaine perturbation du caractère du mouvement du courant de gaz, grâce aussi bien à leurs arêtes vives qu'à la courbure de la trajectoire du courant de gaz sur le court trajet situé entre les bords inclinés des auges. Tout cela assure une certaine turbulence du courant de gaz au cours de son contact avec le film de liquide.

Outre cela, les plaques arrosées ne comportent aucune sorte d'ouvertures qui, lorsque le liquide s'en écoule, soient susceptibles de le fragmenter en filets ou en gouttes traversant les jeux prévus entre lesdites plaques. Cette absence de gouttes et de filets de liquide sur le trajet du courant de gaz réduit sensiblement le risque d'entraînement des gouttes.

Etant donné que, par rapport à la trajectoire du mouvement du liquide s'écoulant sous forme d'un film le long de l'auge, le gaz se déplace perpendiculairement, le freinage de l'écoulement du liquide sous le film par le courant de gaz est exclu.

Vu que les auges sont disposées suivant une spirale descendante, c'est-à-dire sous un certain angle par rapport à l'horizontale, et que la largeur des auges est insignifiante en comparaison de leur longueur, la présence possible de faibles écarts de l'appareil par rapport à la position verticale ne perturbe pas l'écoulement normal du film sur les auges, de sorte que celles-ci sont complètement arrosées.

Il en résulte une efficacité accrue de l'échange de masse se produisant dans l'appareil.

Il est avantageux que la largeur des canaux destinés au passage du gaz dans la direction verticale varie suivant la hauteur de l'appareil.

Grâce à cela, la vitesse du courant de gaz dans la direction verticale peut être maintenue la même suivant toute la hauteur du canal, bien que la quantité de gaz se

déplaçant dans le canal diminue ou au contraire augmente par suite de son mouvement dans la direction horizontale, à travers les jeux prévus entre les auges, d'un canal vers l'autre. Il en résulte que dans l'appareil il n'existe pas
5 d'endroits "étroits" dans lesquels la vitesse de gaz pourrait dépasser une limite prédéterminée, de sorte qu'il y a une diminution de la résistance hydraulique de l'appareil.

Il est recommandé aussi de placer dans la section
10 horizontale du corps de l'appareil plusieurs piles distinctes d'auges.

Cela permet de rendre plus fiable le fonctionnement de l'appareil dans le cas de certains écarts de l'appareil par rapport à la position verticale, dus à des défauts de
15 montage. Le liquide se localise sur plusieurs piles et ne s'accumule pas plus particulièrement à proximité d'une quelconque paroi de l'appareil.

Il est avantageux de donner aux piles, vues en plan, la forme de secteurs orientés par leur partie étroite vers
20 l'intérieur de l'appareil, et d'installer suivant la hauteur de l'appareil, entre les piles d'auges se trouvant à différents niveaux, des cuvettes ou analogues centrales pour la collecte du liquide venant des piles sus-jacentes et pour sa redistribution entre les piles sous-jacentes.

25 Cela permet de développer la surface de contact par unité de volume de l'appareil.

Il est également possible de disposer les auges faisant partie d'une même pile sous forme d'au moins deux spirales descendantes de diamètres différents, disposées
30 de sorte que la spirale de plus grand diamètre entoure la spirale de plus petit diamètre.

Cela donne la possibilité d'obtenir un rendement plus important de la pile d'auges du fait d'une turbulence accrue du courant de gaz dans les limites d'une même pile.

35 Il est avantageux d'orienter les spirales descendantes de diamètres différents de sorte que lessens d'enroulement respectifs des spirales voisines soient de

sens contraires.

Grâce à cela on arrive à rendre plus uniforme la répartition de la phase gazeuse dans les jeux prévus entre les auges d'une même pile, ce qui permet d'augmenter le
5 rendement de la pile d'auges.

Il est avantageux de disposer suivant la hauteur de l'appareil plusieurs piles d'auges et de prévoir entre les piles des dispositifs d'écoulement pour l'amenée du liquide, s'écoulant de la spirale extérieure de la pile
10 sus-jacente, sur la spirale intérieure de la pile sous-jacente et inversement.

Cela permet d'obtenir un rendement encore plus élevé des piles d'auges grâce à l'augmentation de la force motrice moyenne du processus de transfert de masse entre
15 la phase gazeuse et le film de liquide.

Il est avantageux de disposer dans les jeux entre les auges une bande en treillis ondulée, réalisée et disposée de sorte que ses ondulations soient orientées de l'un des bords inclinés des auges à leur bord opposé
20 et que les saillies inférieures des ondulations touchent la surface arrosée des auges.

Grâce à cela on arrive à développer encore plus la surface de contact par unité de volume de l'appareil. Les saillies inférieures des ondulations se trouvent
25 immergées dans le film de liquide, ledit film entrant, sur son trajet, plusieurs fois en contact avec lesdites saillies. Les forces capillaires assurent aussi le mouillage de la partie de la bande en treillis ondulée qui n'est pas immergée dans le film de liquide.

30 Il est avantageux de revêtir d'une pellicule protectrice en un matériau polymère, par exemple en polytétrafluoro-éthylène, au moins la surface intérieure (c'est-à-dire arrosée) des auges.

Etant donné que l'épaisseur de la pellicule
35 protectrice peut être extrêmement faible et que la configuration des auges permet d'y placer et d'y fixer très commodément ladite pellicule protectrice, cela permet

d'obtenir une prolongation de la durée de service de l'appareil grâce à une réduction de la corrosion des plaques arrosées, tout en ne nécessitant qu'une consommation relativement faible de matériau supplémentaire (c'est-à-dire de matériau de la pellicule protectrice).

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente un appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, vu en coupe longitudinale, selon l'invention;
- la figure 2 représente une variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, selon l'invention, vue en coupe longitudinale;
- la figure 3 montre encore une variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, vue en coupe longitudinale;
- la figure 4 est une vue en coupe suivant IV-IV de la figure 3;
- la figure 5 est une vue en coupe suivant V-V de la figure 4;
- la figure 6 représente encore une variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, vue en coupe longitudinale;
- la figure 7 est une vue en coupe suivant VII-VII de la figure 6;
- la figure 8 est une vue en coupe suivant VIII-VIII de la figure 7;
- la figure 9 représente encore une variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, vue en coupe longitudinale;
- la figure 10 est une vue en coupe suivant X-X de la figure 9;

- la figure 11 représente encore une variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, vue en coupe longitudinale;

5 - la figure 12 représente un élément d'auge avec arrachement local (suivant le bord de l'auge) en perspective isométrique, correspondant à l'une des variantes possibles de réalisation de l'appareil de contact gaz - liquide à contre-courant , selon l'invention;

10 - la figure 13 représente un élément d'auge en perspective isométrique, correspondant à une autre variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant;

15 - la figure 14 représente un élément d'auge en perspective isométrique, correspondant à encore une variante de réalisation de l'appareil de contact gaz - liquide à contre courant.

L'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant comporte un corps de forme cylindrique vertical 1 (figure 1) équipé d'une tubulure inférieure 2 d'amenée de gaz, d'une tubulure supérieure 3 d'évacuation de gaz, d'une tubulure supérieure 4 d'introduction d'un liquide et d'une tubulure inférieure 5 d'évacuation du liquide. Dans le corps 1 est monté une pile 6 de plaques arrosées réalisées sous forme d'auges 7 disposées suivant une spirale descendante à deux pas. La tubulure supérieure 4 est distributrice : elle sert à amener le liquide sur les parties supérieures des auges 7 constituant la spirale à deux pas. Les auges 7 possèdent des bords inclinés 8 et 9 intérieurs et extérieurs allant en s'écartant vers des côtés opposés. L'angle d'inclinaison desdits bords par rapport à l'horizontale est de 45° environ. Les bords inclinés intérieurs 8 sont orientés vers l'intérieur de la pile 6, tandis que les bords inclinés extérieurs 9 sont orientés vers les parois du corps 1. Entre les bords inclinés intérieurs 8 il y a des canaux centraux 10, tandis qu'entre les bords inclinés extérieurs 9 et les parois du corps 1 il y a des canaux périphériques 11 prévus pour le passage du

courant de gaz dans la direction verticale. Les canaux 10 et 11 communiquent entre eux à travers les jeux 12 prévus entre les auges 7. Dans les canaux centraux 10 et dans les canaux périphériques 11 sont montées horizontalement des cloisons de guidage rondes 13 et des cloisons de guidage annulaires 14, respectivement. Les cloisons de guidage 13 et 14 sont disposées en alternance et en échiquier suivant la hauteur du corps 1 de l'appareil pour que le courant de gaz, lors de son mouvement de la partie inférieure du corps 1 vers la partie supérieure traverse plusieurs fois les jeux 12 prévus entre les auges 7, en passant des canaux 10 dans les canaux 11 et inversement suivant une trajectoire perpendiculaire aux auges 7. Les bords inclinés 8 et 9 des auges 7 assurent un écoulement par gravité dirigé du film de liquide, strictement le long des auges 7, c'est-à-dire suivant une trajectoire spiroïdale. Outre cela, les bords inclinés 8 et 9 sont destinés à assurer une certaine courbure de la trajectoire du courant de gaz dans les jeux 12, dans la partie se trouvant entre les bords 8 et 9; cela favorise la turbulence de la phase gazeuse et permet d'augmenter les coefficients de transfert de masse.

Les bords extérieurs des auges 7 orientés vers les parois du corps 1 de l'appareil sont disposés plus haut que les bords opposés orientés vers l'intérieur de la pile 6 pour que le film de liquide, sous l'effet des forces centrifuges, ne s'accumule pas près des bords inclinés extérieurs 9. De la sorte, on arrive à éliminer les résistances locales au courant de gaz à l'entrée dans les jeux 12 prévus entre les auges 7.

Bien que, dans chaque jeu 12, ait lieu un entrecroisement des trajets du film de liquide et du courant de gaz, l'écoulement du liquide et du gaz dans l'ensemble de l'appareil s'effectue à contre-courant l'un de l'autre.

L'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant réalisé selon la variante représentée sur la figure 1 fonctionne de la manière suivante.

Le liquide est amené à travers la tubulure de distribution 4 sur les parties supérieures des auges 7 et s'écoule ensuite par gravité sous forme d'un film le long des auges 7 suivant une spirale descendante. Après avoir
5 passé par les auges 7 inférieures le liquide arrive dans la partie inférieure de l'appareil, d'où il est évacué à travers la tubulure 5. Le gaz est admis dans l'appareil à travers la tubulure inférieure 2 et arrive dans le canal central 10. La cloison circulaire 13 la plus basse dévie
10 le courant de gaz, à travers les jeux 12 prévus entre les auges 7, vers le canal périphérique 11. La cloison annulaire 14 sus-jacente dévie de nouveau le courant de gaz dans le canal central 10, mais cette fois dans sa
15 partie qui est disposée au-dessus de la cloison circulaire 13 la plus basse. La trajectoire du courant de gaz est conventionnellement montrée sur la figure 1 par des flèches pleines. Dans les jeux 12 prévus entre les auges 7 le gaz entre en contact avec le film de liquide arrosant les fonds des auges 7.

20 Selon une autre variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide, la largeur des canaux pour le passage vertical du gaz varie suivant la hauteur de l'appareil.

Le corps vertical de forme cylindrique 15 (figure 2)
25 est pourvu d'une tubulure inférieure 16 d'amenée du gaz, d'une tubulure supérieure 17 d'évacuation du gaz, d'une tubulure distributrice supérieure 18 pour l'introduction du liquide et d'une tubulure inférieure 19 servant à évacuer le liquide. Dans le corps 15 est placée une pile
30 distincte 20 d'auges 21 possédant des bords inclinés intérieurs 22 et extérieurs 23 et disposées suivant une spirale descendante à deux pas. Entre les bords inclinés intérieurs 22 est prévu un canal central 24, tandis qu'entre les bords inclinés extérieurs 23 et les parois
35 du corps 15 il y a des canaux périphériques 25 pour le passage du gaz dans la direction verticale. Le canal central 24 est divisé par des cloisons de guidage

circulaires 26. Le canal périphérique 25 est divisé par des cloisons de guidage 27. Les canaux 24 et 25 communiquent entre eux à travers les jeux 28 prévus entre les auges 21.

5 La particularité de l'appareil qui vient d'être décrit réside dans le fait que grâce à la disposition choisie des auges 21 la largeur du canal central 24 varie suivant la hauteur de l'appareil sur les parties de la pile 20 qui sont disposées entre les cloisons de guidage 10 26 et 27. En même temps varie la largeur du canal périphérique 25, mais dans le sens opposé. De la sorte, la vitesse linéaire du gaz lors de son écoulement vertical dans les canaux 24 et 25 ne varie pas sensiblement suivant leur hauteur malgré le passage constant des gaz, des 15 canaux 24 dans les canaux 25 et inversement, à travers les jeux 28.

L'appareil de contact gaz-liquide qui vient d'être décrit fonctionne d'une manière analogue à celle de l'appareil représenté sur la figure 1.

20 Selon un autre exemple de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, les cloisons de guidage sont réalisées sous forme de saillies intérieures des parois du corps de l'appareil, et la pile d'auges a, en plan, la forme d'un rectangle.

25 L'appareil comprend un corps en forme de caisson 29 (figures 3 à 5), équipé de tubulures inférieures 30 d'amenée de gaz, de tubulures supérieures 31 d'évacuation des gaz, de tubulures supérieures 32 d'introduction d'un liquide et d'une tubulure inférieure 33 d'évacuation du liquide. Dans 30 le corps 29 est montée une pile 34 d'auges 35 disposées sous forme d'une spirale à quatre pas. Les auges 35 sont constituées par des parties inclinées droites 36 reliées entre elles et ayant des bords inclinés intérieurs 37 et des bords inclinés extérieurs 38, et par des parties 35 horizontales courtes 39 munies de bords extérieurs 40. Les auges 35 sont pourvues de nervures ou analogues longitudinales 41 divisant le lit des auges 35 en trois

canaux parallèles 42. Un tel mode de réalisation des auge 35 permet d'améliorer la répartition du liquide suivant leur largeur. En outre, les nervures longitudinales 41 assurent une turbulence supplémentaire du courant
5 de gaz se déplaçant depuis les bords inclinés extérieurs 38 vers les bords inclinés intérieurs 37 (ou dans le sens inverse) des auge 35.

La particularité de cet appareil consiste en ce que les bords inclinés intérieurs 37 des auge 35 sont
10 adjacents, ou presque l'un à l'autre, et qu'entre lesdits bords il n'y a aucun canal pour le passage du gaz dans la direction verticale. Toutefois, de tels canaux sont prévus entre les bords inclinés extérieurs 38 et les parois du corps 29. La section de ces canaux 43 varie suivant la
15 hauteur de l'appareil. Le rôle des cloisons de guidage déviant la trajectoire de mouvement du gaz est rempli par des saillies intérieures 44 du corps 29. Les saillies 44, disposées en échiquier des deux côtés de la pile 34, assurent la traversée multiple de celle-ci par le courant
20 de gaz se déplaçant depuis les tubulures inférieures 30 vers les tubulures supérieures 31.

Pour l'amenée du liquide dans tous les canaux 42 des auge 35 disposées suivant une spirale à quatre pas, il est prévu douze tubulures 32 (une tubulure 32 pour un
25 canal 42 de chaque pas de la spirale). Le courant commun du liquide est divisé par le dispositif distributeur connu 45, par exemple du type rotatif, en douze courants indépendants.

L'appareil réalisé selon cette variante fonctionne
30 de la manière suivante.

Le liquide arrive à travers les tubulures 32 dans les parties les plus hautes des auge 35. Le liquide s'étale sous forme d'un film sur les fonds des auge 35 et s'écoule suivant la spirale descendante pour arriver
35 dans la partie inférieure de l'appareil, d'où il est évacué à travers la tubulure 33. Le gaz est introduit dans l'appareil à travers la tubulure 30 et est évacué à

travers la tubulure 31.

A l'intérieur de l'appareil, le courant de gaz traverse à plusieurs reprises la pile 34 d'auges 35 (flèches pleines) tout en contactant le film de liquide.

5 Suivant une autre variante de construction de l'appareil conforme à l'invention, celui-ci comporte un corps cylindrique vertical 46 (figures 6 à 8) suivant la section transversale duquel sont montées plusieurs piles distinctes 47 (figure 7) constituées d'auges 48 (figure 6)
10 disposées sous forme d'une spirale à plusieurs pas. Les auges 48 sont constituées par des parties droites inclinées 49 (figures 7,8) ayant des bords inclinés intérieurs 50 (figure 7) et des bords inclinés extérieurs 51. Des parties horizontales courtes 52 sont adjacentes à la surface latérale
15 du corps 46. La figure 6 ne représente qu'une partie de l'appareil, de sorte qu'elle ne montre pas les tubulures d'amenée et d'évacuation du liquide, ainsi que les moyens d'amenée du liquide sur les piles 47. Entre les piles 47 il y a des canaux 53 pour le passage vertical du gaz dans
20 la direction verticale, dans lesquels sont horizontalement installées des cloisons de guidage 54, 55, 56 assurant le passage multiple du courant de gaz à travers les piles 47 (flèches pleines).

Le fonctionnement de l'appareil réalisé selon la
25 variante représentée sur les figures 6 à 8, n'exige pas d'explications particulières. Dans ce cas aussi le courant de gaz traverse à plusieurs reprises les piles 47 d'auges 48 (flèches pleines).

Selon une autre variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide, les piles d'auges vues en
30 plan sont en forme de secteurs orientés par leur partie étroite vers l'intérieur de l'appareil.

Le corps cylindrique vertical 57 (figure 9) de l'appareil est pourvu d'une tubulure inférieure 58
35 d'amenée du gaz, d'une tubulure supérieure 59 d'évacuation du gaz, d'une tubulure supérieure 60 d'introduction du liquide et d'une tubulure inférieure 61

d'évacuation du liquide hors de l'appareil. Dans le corps 57 sont placées des piles 62 d'auges 63 disposées suivant une spirale à un seul pas. Les bords inclinés intérieurs 64 et les bords inclinés extérieurs 65 des auges 63 ont, en
5 plan, la forme de secteurs orientés par leur partie étroite vers l'intérieur de l'appareil.

Les bords inclinés intérieurs 64 de chaque pile 62 délimitent un canal central 66 fermé à sa partie supérieure par une cloison de guidage 67 réalisée sous forme d'une
10 cloche, calotte ou analogue.

Entre les bords inclinés extérieurs 65 des auges 63 et les parois du corps 57 sont ménagés des canaux extérieurs 68 pour le passage du gaz dans la direction verticale. Les canaux 68 sont divisés, suivant la hauteur de l'appareil,
15 par des cloisons de guidage 69. Celles-ci remplissent la fonction des plateaux d'appui sur lesquels, par l'intermédiaire de plaques longitudinales 70, sont montées les piles 62 d'auges 63.

Au centre des cloisons de guidage 69 sont montés
20 des gobelets, cuvettes ou analogues, centraux 71 munis de tubulures de déversement 72. Dans les cloisons de guidage 69 sont pratiqués des orifices 73 pour le passage du gaz des canaux 68 aux canaux 66 des piles 62.

Les canaux 66 et 68 sont mis en communication entre
25 eux non seulement à travers des orifices 73 pratiqués dans les cloisons de guidage 69, mais aussi à travers les jeux 74 prévus entre les auges 63.

Les piles arrosées 62 supérieures extrêmes sont destinées à la séparation des gouttes du courant de gaz
30 plutôt qu'à l'échange de masse.

Au-dessus de la tubulure inférieure 58 d'amenée du gaz dans le corps 57 est montée une cloison de déviation 75 interdisant la pénétration du liquide dans la tubulure 58.

La particularité du fonctionnement d'un tel appa-
35 reil réside dans le fait que les courants du liquide s'écoulant des piles 62 d'auges 63 s'accumulent dans les cuvettes 71 et, à travers les tubulures de déversement 72

le liquide est uniformément redistribué entre les piles 62 sous-jacentes.

Selon encore un autre mode de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, les
5 piles d'auges comportent plusieurs spirales descendantes de différents diamètres, comme le montre la figure 11.

Dans ce cas, l'appareil possède un corps cylindrique vertical 76 pourvu d'une tubulure inférieure 77 d'amenée du gaz, d'une tubulure supérieure 78 d'évacuation
10 du gaz, d'une tubulure distributrice supérieure 79 d'introduction du liquide et d'amenée de celui-ci sur les plaques à arroser, et d'une tubulure inférieure 80 d'évacuation du liquide hors de l'appareil. A l'intérieur du corps 76 sont montées suivant la hauteur de l'appareil,
15 trois piles 81 d'auges 82, entre lesquelles sont montées dans le corps 76 des cloisons de guidage 83, 84, 85 divisant les canaux central 86 et périphérique 87. La particularité de cette variante de réalisation de l'appareil réside dans le fait que chaque pile 81 d'auges 82
20 comprend plusieurs (dans le cas considéré, trois) spirales descendantes 88, 89, 90 de différents diamètres, ce qui assure une turbulence accrue de la phase gazeuse. Les spirales mutuellement voisines de la pile 81 présentent des sens d'enroulement mutuellement opposés (voir la pile
25 inférieure 81 représentée avec arrachement partiel et montrant par exemple que les spirales 89 et 90 sont enroulées dans des sens opposés). Cela rend plus uniforme la répartition du courant de gaz dans les piles 81. Dans le cas considéré, les spirales 88 à 90 sont à un seul pas.
30 Entre les différentes piles 81 sont prévus des dispositifs de passage réalisés sous forme d'auges 91 et 92. L'auge 91 assure le captage du liquide s'écoulant de l'extrémité inférieure de la spirale à un pas 88 de la pile 81 sus-jacente et l'amenée du liquide sur l'extrémité
35 supérieure de la spirale à un pas 90 de la pile 8 sous-jacente.

D'une façon analogue, l'auge 92 assure le passage du liquide de la spirale 90 sur la spirale 88 sous-jacente. Entre les spirales 89 des piles 81 voisines il n'existe pas de passages spéciaux, le passage du liquide d'une spirale 89 sur l'autre se faisant simplement par gravité.

Dans la cloison de guidage 83 la plus basse il y a des orifices 93 pour l'écoulement du liquide des extrémités inférieures des spirales 88, 89, 90 dans la partie inférieure de l'appareil.

Le fonctionnement de l'appareil représenté sur la figure 11 est le suivant.

A travers la tubulure 79 le liquide de départ se répartit en courants égaux suivant les spirales 88 et 90 de la pile 81 extrême supérieure. De l'extrémité inférieure de la spirale 88 de cette pile 81 le liquide passe par l'auge 91 et arrive sur la spirale intérieure 90 de la pile sous-jacente. De l'extrémité inférieure de la spirale 90 de la pile 81 supérieure le liquide passe par l'auge 92 et arrive sur la spirale extérieure 88 de la pile 81 sous-jacente. De la spirale intermédiaire 89 le liquide arrive directement sur la spirale 89 analogue de la pile 81 sous-jacente. Le courant de gaz traverse les piles 81 en se trouvant en contact avec le film de liquide (flèches pleines).

Selon une autre variante de réalisation de l'appareil de contact gaz-liquide à contre-courant, une bande en treillis ondulée est placée dans les jeux entre les auges.

Sur la figure 12, dans le but de rendre le dessin plus clair, on n'a montré qu'un élément de l'auge 94, pourvu de rebords inclinés 95 et sur lequel est placée une bande en treillis ondulée 96. Une petite partie de l'un des bords 95 est montrée conventionnellement avec arrachement partiel. Les ondulations de la bande 96 sont orientées d'un bord 95 de l'auge vers son bord 95 opposé. Les saillies inférieures 97 de la bande en treillis ondulée 96 touchent la surface arrosée, c'est-à-dire le

fond des auges 94.

Selon encore une autre variante de réalisation, au moins la surface intérieure des auges peut être recouverte d'une pellicule protectrice en un matériau polymère.

- 5 L'auge 98 (figure 13) ayant des bords inclinés 99 est revêtue d'une pellicule protectrice 100 en polytétrafluoroéthylène, notamment en résine connue sous la dénomination commerciale "Teflon". Les bords 101 de la pellicule protectrice 100 sont rabattus derrière les bords inclinés 99
10 de l'auge 98. La pellicule protectrice 100 est fixée sur l'auge 98 à l'aide d'agrafes 102 en matériau résistant à la corrosion. Ainsi, la pellicule protectrice 100 ne protège que les parties de l'auge 98 qui sont en contact avec le liquide, c'est-à-dire qui sont dans les conditions
15 les plus défavorables au cours du fonctionnement (du point de vue corrosion).

- Selon une autre variante de réalisation de l'appareil, une protection complète de la surface de l'auge est assurée contre l'action de milieux agressifs. L'auge 103
20 (figure 14) ayant des bords inclinés 104 est placée dans une gaine de pellicule protectrice 105. Il est possible d'assurer la fixation de la pellicule protectrice 105 sur l'auge 103 par collage à ladite auge. Etant donné que la couche d'adhésif se trouve entre la surface extérieure
25 de l'auge 103 et la surface intérieure de la gaine de pellicule protectrice 105, la dissolution de l'adhésif sous l'action du milieu de travail est exclue.

- Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont
30 été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Appareil de contact gaz-liquide à contre-courant du type comprenant un corps muni de tubulures d'amenée du gaz dans la partie inférieure dudit corps et d'évacuation du gaz de la partie supérieure de ce dernier, d'introduction du liquide dans la partie supérieure dudit corps et d'évacuation du liquide de la partie inférieure de celui-ci, des plaques arrosées montées dans ledit corps l'une au-dessus de l'autre de façon à former entre elles des jeux, et des moyens d'amenée du liquide sur les plaques arrosées, caractérisé en ce que les plaques arrosées sont réalisées sous forme d'auges ouvertes à leur partie supérieure, assemblées en au moins une pile distincte, pourvues chacune, sur ses côtés mutuellement opposés, de rebords respectifs allant en s'écartant l'un de l'autre, et disposées suivant une spirale descendante de sorte que dans le corps de l'appareil entre les rebords desdites auges et les parois dudit corps, soient formés des canaux destinés au passage du gaz dans la direction verticale et dans lesquels sont disposées sensiblement horizontalement des cloisons de guidage obturant complètement lesdits canaux et déviant le courant de gaz de l'un desdits canaux vers l'autre, à travers les jeux entre les auges, dans le sens allant de l'un desdits rebords de l'auge à l'autre.

2.- Appareil de contact gaz-liquide à contre-courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur des canaux pour le passage du gaz dans la direction verticale varie suivant la hauteur du corps de l'appareil, d'une manière monotone, dans chaque zone correspondant à la partie de la pile située entre chaque deux cloisons de guidage se succédant suivant la hauteur de l'appareil.

3.- Appareil de contact gaz-liquide à contre-courant selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que

suivant la section horizontale du corps sont placées plusieurs piles d'auges distinctes.

4.- Appareil de contact gaz-liquide à contre -
courant, selon l'une des revendications 1 et 3
5 caractérisé en ce que les piles d'auges vues en plan sont
en forme de secteurs dont la partie étroite est orientée
vers l'intérieur du corps, et que suivant la hauteur du
corps, entre les piles d'auges disposées à des niveaux
différents, sont montées des cuvettes centrales pour la
10 collecte du liquide s'écoulant des piles sus-jacentes et
pour sa redistribution entre les piles sous-jacentes.

5.- Appareil de contact gaz-liquide à contre -
courant selon l'une des revendications 1 et 3, 4,
15 caractérisé en ce que les piles d'auges comprennent
plusieurs spirales descendantes de diamètres différents,
disposées de sorte que la spirale de plus grand diamètre
embrasse la spirale de plus petit diamètre.

6.- Appareil de contact gaz-liquide à contre -
courant selon la revendication 5, caractérisé en ce que
20 les spirales descendantes de diamètres différents sont
orientées de sorte que les enroulements des spirales
mutuellement voisines soient de sens contraires.

7.- Appareil de contact gaz-liquide à contre -
courant selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé
25 en ce que, entre les piles d'auges mutuellement voisines
disposées à des niveaux différents sont prévus des
dispositifs de passage pour l'amenée du liquide, s'écoulant
de la spirale extérieure de la pile sus-jacente, sur la
spirale intérieure de la pile sous-jacente, et inversement,
30 pour l'amenée du liquide s'écoulant de la spirale intérieure
de la pile sus-jacente, sur la spirale extérieure de la
pile d'auges sous-jacente.

8.- Appareil de contact gaz-liquide à contre -
courant selon l'une des revendications 1, 3, 4, 5, 6 et 7,
35 caractérisé en ce que dans les jeux entre les auges est
placée une bande en treillis ondulée, réalisée et disposée
de sorte que ses ondulations soient orientées de l'un des

rebords inclinés des auges à leur rebord opposé, et que les saillies inférieures formées par lesdites ondulations touchent la surface arrosée des auges.

- 5 9.- Appareil de contact gaz-liquide à contre - courant selon l'une des revendications 1, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, caractérisé en ce qu'au moins la surface intérieure des auges est revêtue d'une pellicule protectrice en matériau polymère, par exemple en polytétrafluoro-éthylène.

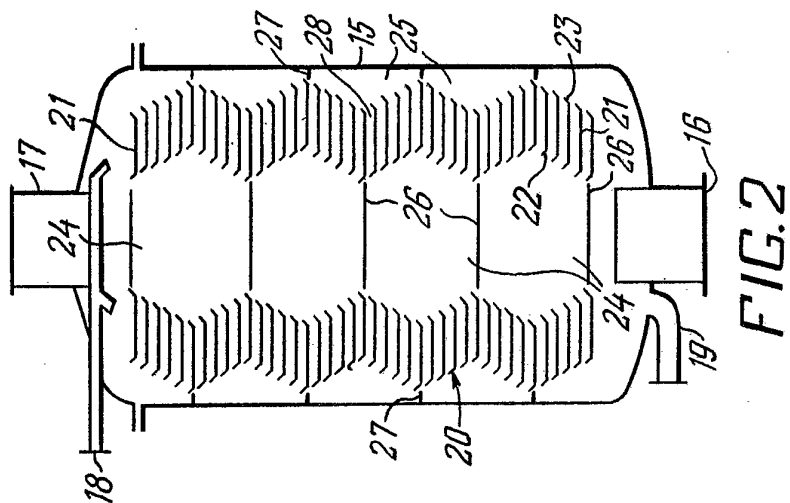


FIG. 1

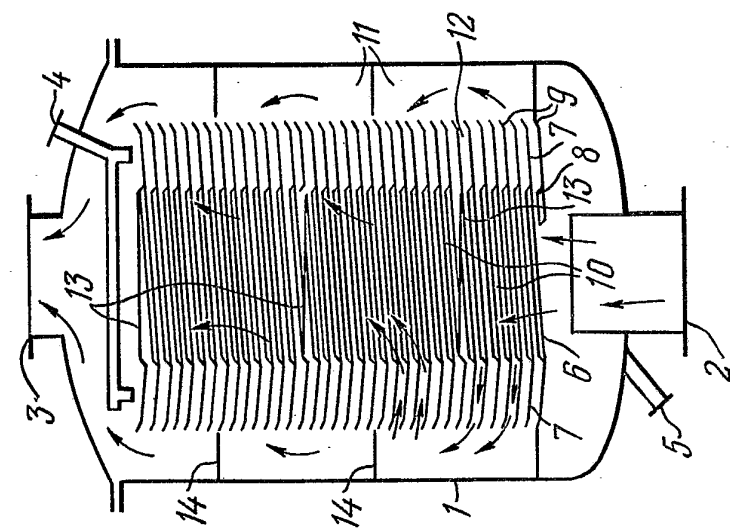
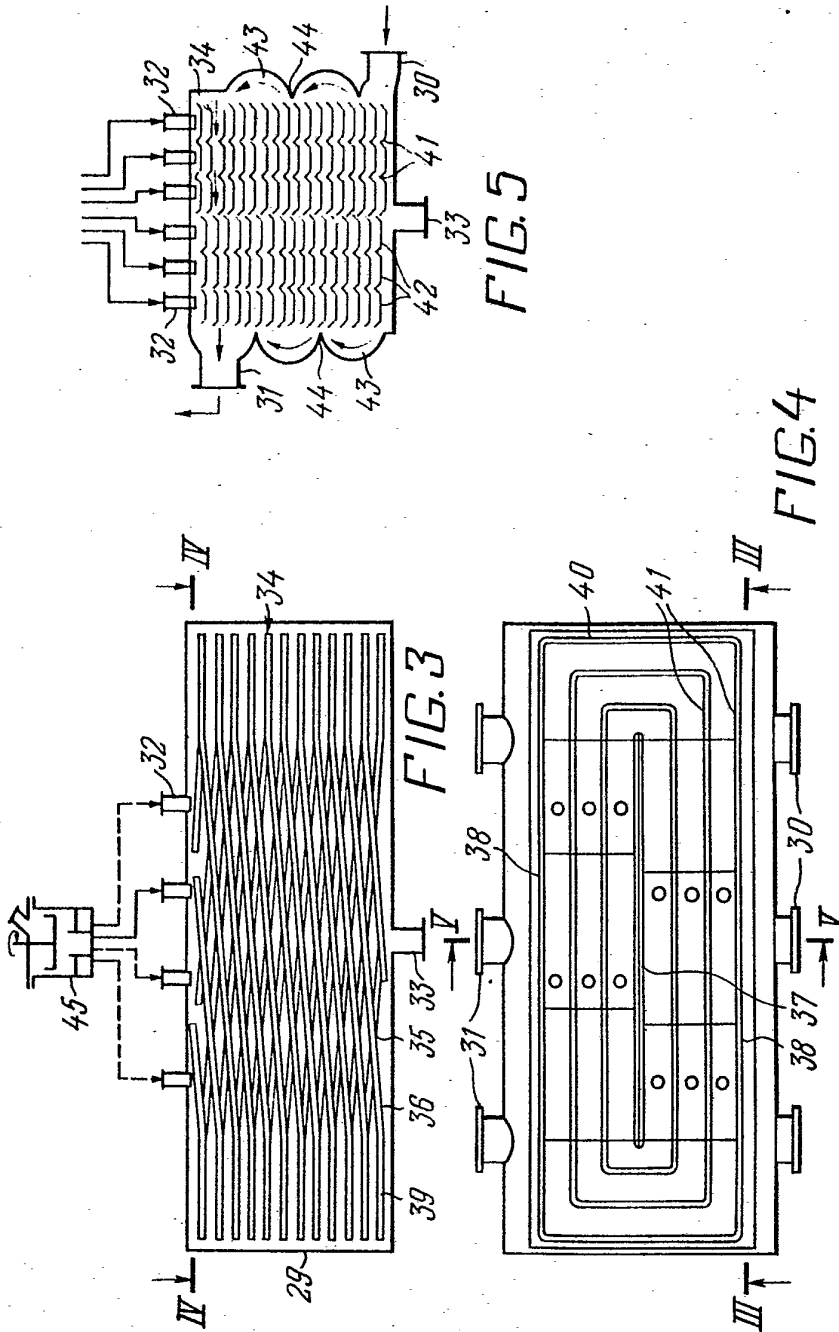


FIG. 2



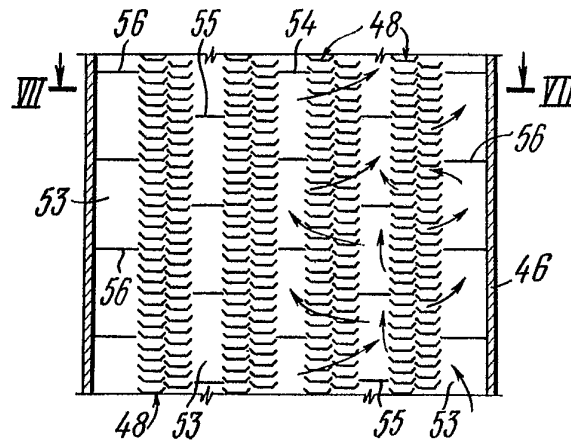


FIG. 6

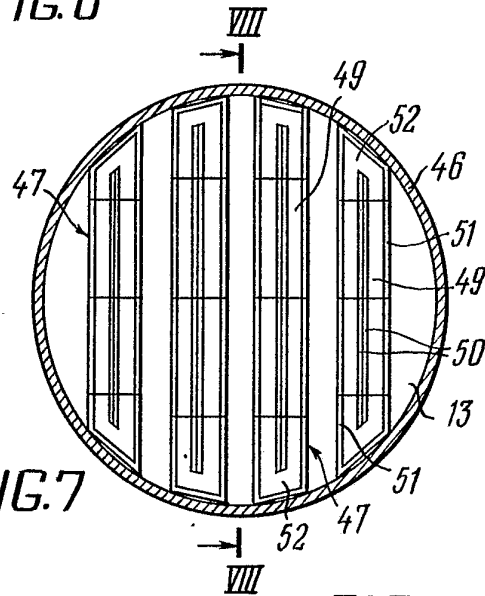


FIG. 7

FIG. 8

