

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 8 mars 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 37 du 14 septembre 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE, établissement de caractère scientifique, tech-
nique et industriel. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Daniel Halotier, Fernand Lauro et Gérard
Marie.

⑦3 Titulaire(s) :

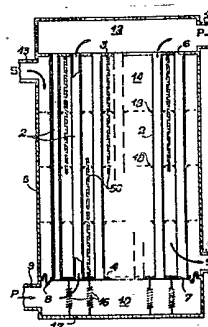
⑦4 Mandataire(s) : Brevatome.

⑤4 Echangeur de chaleur entre deux fluides.

⑤7 Echangeur de chaleur entre deux fluides.

Il comporte un faiseau de tubes 2 montés entre une pre-
mière plaque 3 et une seconde plaque 4 solidaires de moyens
espaceurs 5 rigides, coaxiaux audits tubes, chaque tube ayant
ses extrémités 6, 7 fixées de façon étanche respectivement à
la première et à la seconde plaques, l'un des fluides circulant à
l'extérieur des tubes et l'autre à l'intérieur. Selon l'invention, les
tubes sont en matière plastique, la pression du fluide circulant
à l'intérieur des tubes étant toujours supérieure à la pression
extérieure, une au moins des mêmes extrémités des tubes
débouche dans un collecteur 10, 12, au moins une des plaques
est mobile et munie de moyens de compensation 16 pour
assurer la tension des tubes et l'échangeur comporte des
moyens d'espacement 18 des tubes.

Application à la récupération des calories d'un liquide.



La présente invention concerne un échangeur de chaleur entre deux fluides. Elle s'applique notamment à la récupération de la chaleur contenue dans un fluide pour réchauffer un second fluide. L'un des fluides est par exemple un liquide et l'autre fluide, un autre liquide ou un gaz.

L'invention s'applique à titre d'exemple, au réchauffage d'une solution concentrée résultant d'un traitement chimique, par une solution étendue participant à ce même traitement chimique.

On sait qu'un échangeur de chaleur permet le chauffage ou le refroidissement d'un fluide dit primaire par un autre fluide dit secondaire et que l'échange de chaleur peut être réalisé par l'intermédiaire de tubes dans lesquels circule l'un des deux fluides primaire ou secondaire, l'autre fluide circulant à l'extérieur desdits tubes.

On connaît des échangeurs de chaleur comportant des tubes métalliques. Lorsque des fluides corrosifs vis-à-vis de tels tubes, l'eau salée par exemple, circulent dans ces échangeurs, ceux-ci se détériorent rapidement par corrosion desdits tubes à moins d'être réalisés en matériaux coûteux.

La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient.

Elle a pour objet un échangeur de chaleur entre un fluide primaire et un fluide secondaire, du genre de ceux qui comportent un faisceau de tubes montés entre une première et une seconde plaques solidaires de moyens espaceurs rigides, coaxiaux auxdits tubes, chaque tube ayant une de ses extrémités fixée, de façon étanche, à la première plaque et son autre extrémité fixée, de façon étanche, à la seconde plaque, l'un des fluides circulant à l'extérieur desdits tubes.

et l'autre à l'intérieur, caractérisé en ce que :

- les tubes sont réalisés en matière plastique, la pression du fluide circulant à l'intérieur des tubes étant toujours plus élevée que la pression du fluide circulant à l'extérieur desdits tubes,
- une au moins des mêmes extrémités desdits tubes débouche dans un collecteur,
- au moins une desdites plaques est mobile et munie de moyens de compensation destinés à assurer la tension des tubes,
- ledit échangeur comporte des moyens d'espacement des tubes.

Selon un premier mode de réalisation particulier de l'échangeur objet de l'invention, les moyens espaceurs sont constitués par une virole pourvue d'au moins une entrée et une sortie pour le fluide circulant à l'extérieur des tubes.

Selon un deuxième mode de réalisation particulier, les moyens espaceurs sont constitués par des entretoises.

Selon un troisième mode de réalisation particulier, les moyens espaceurs sont constitués par deux plaques occupant des positions opposées.

Outre la résistance à la corrosion, un des avantages de l'utilisation de tubes en matière plastique est de pouvoir assurer un nettoyage interne ou externe, par simple variation de pression des fluides ; la déformation des tubes pendant cette opération décollant les impuretés déposées sur leurs parois. De plus, de tels tubes sont plus légers que des tubes métalliques, ce qui constitue un avantage quant au poids de l'échangeur de chaleur objet de l'invention. Bien entendu, les autres constituants de cet échangeur (plaques, intérieur de l'enveloppe...), sont avantageusement réalisés en des matières résistant à la corrosion ou pourvus de revêtements protecteurs anti-corrosion.

Par ailleurs, une matière plastique est généralement un mauvais conducteur thermique. C'est pourquoi les tubes de l'échangeur objet de l'invention sont choisis suffisamment minces, par exemple d'épaisseur inférieure à 500 μm , pour permettre un bon échange thermique entre les fluides primaire et secondaire. De préférence, l'épaisseur des tubes de l'échangeur selon l'invention est comprise entre 30 μm et 200 μm , ces tubes étant ainsi équivalents, du point de vue thermique, à des tubes métalliques de 1 mm à 2 mm d'épaisseur.

Selon une caractéristique particulière de l'échangeur de chaleur objet de l'invention, les première et seconde plaques comportent des trous prévus pour la fixation des extrémités des tubes et chaque extrémité est fixée à l'une des plaques à l'aide d'un manchon et d'une bague pourvue d'une colerette et insérable dans un trou, le manchon et la bague étant prévus pour enserrer ladite extrémité et la colerette étant prévue pour venir en butée contre la plaque après insertion de la bague dans le trou.

Ce manchon et cette bague sont avantageusement réalisés en matière plastique.

Selon une autre caractéristique particulière, les tubes sont disposés verticalement et les première et seconde plaques sont disposées horizontalement.

Le ou les collecteurs qui assurent le passage du fluide à l'intérieur des tubes peuvent se présenter comme des enceintes pourvues d'au moins une ouverture pour l'entrée ou la sortie du fluide circulant à l'intérieur des tubes, une des parois desdits collecteurs étant constituée par une plaque de l'échangeur.

On peut ainsi prévoir soit un seul collec-

teur placé à une des extrémités de l'échangeur, soit deux collecteurs situés à chacune des extrémités.

5 Selon une autre caractéristique particulière, une au moins desdites plaques de l'échangeur est mobile, la séparation des deux fluides par celle-ci étant assurée grâce à des moyens d'étanchéité (tels que soufflets, joints glissants, garde hydraulique par exemple).

10 Bien entendu, les tubes pourraient être disposés autrement que verticalement et les plaques autrement que horizontalement. On pourrait par exemple réaliser un échangeur à tubes horizontaux et à plaques verticales.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'échangeur objet de l'invention peut comporter des chicanes prévues pour obliger le fluide circulant à l'extérieur des tubes à parcourir un chemin préférentiel. Les chicanes peuvent être disposées, soit parallèlement, soit perpendiculairement aux tubes d'échange. Leur nombre et leur position sont choisis en fonction du résultat désiré.

20 Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, les fluides primaire et secondaire étant des liquides, ces liquides présentent des niveaux libres et le niveau libre du liquide qui circule dans les tubes est supérieur au niveau libre du liquide qui circule à l'extérieur de ces tubes, de façon à établir la différence de pression entre les deux liquides. Alors, de préférence, les tubes sont disposés
25 verticalement, les plaques sont disposées horizontalement, et la plaque fixe est située en dessous de la plaque mobile, ce qui simplifie la réalisation de l'échangeur de chaleur.

Lesdits moyens de compensation servent à compenser l'effort s'exerçant sur la plaque mobile de l'échangeur du fait de la différence de pression entre les fluides et à maintenir les tubes tendus en permanence, même lorsque ceux-ci se dilatent ou fléchissent longitudinalement sous l'effet d'un accroissement de température.

Selon un mode de réalisation particulier, les moyens de compensation sont constitués par au moins un moyen de traction (ressorts, poids,...) solidaire de la plaque mobile de l'échangeur.

Selon un autre mode de réalisation particulier, les moyens de compensation comprennent une troisième plaque étanche, mobile, placée dans le collecteur, située en regard de la plaque mobile supportant les tubes, rendue solidaire de cette dernière, reliée aux parois du collecteur de façon étanche et délimitant dans le collecteur, d'une part avec la plaque mobile supportant les tubes un espace rempli du fluide circulant à l'intérieur des tubes et d'autre part avec l'autre partie du collecteur un autre espace prévu pour recevoir le fluide qui circule à l'extérieur des tubes.

Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, lesdits moyens d'espacement sont constitués par des treillis placés les uns au-dessus des autres et pourvus de mailles à travers certaines desquelles passent les tubes, les autres mailles permettant le passage du fluide qui circule à l'extérieur de ces tubes.

Selon une autre caractéristique particulière

re, les tubes sont faits en une matière plastique prise dans le groupe comprenant le polyéthylène, le polypropylène, le difluorure de polyvinyle et le polyamide.

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- 10 - la figure 1 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier de l'échangeur de chaleur objet de l'invention, qui comprend un collecteur d'entrée situé à la partie inférieure de l'échangeur, et dans lequel les moyens espaceurs sont constitués par une virole, les moyens de compensation étant des ressorts ;
- 15 - les figures 2a et 2b sont des vues schématiques d'un mode de réalisation particulier de la fixation des tubes aux plaques de cet échangeur ;
- 20 - la figure 3 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier de ces plaques ;
- les figures 4 à 6 sont des vues schématiques de modes de réalisation particuliers des moyens d'espacement des tubes ;
- la figure 7 est une vue schématique d'un mode de réalisation particulier desdits moyens de compensation ;
- 25 - la figure 8 est une vue schématique d'un mode de réalisation dans lequel les moyens espaceurs sont constitués par des entretoises ;
- 30 - les figures 9 et 10 représentent un mode de réalisation dans lequel les moyens espaceurs sont constitués par des plaques ;

- enfin, les figures 11 et 12 sont des vues schématiques de modes de réalisation particuliers de l'invention, dans le cas où les fluides primaire et secondaire sont des liquides.

5 Sur la figure 1, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier de l'échangeur de chaleur objet de l'invention. Il comprend essentiellement :

- un faisceau de tubes 2 cylindriques, parallèles, 10 entre eux, verticaux, d'épaisseur comprise entre 30 μ m et 200 μ m, et faits en matière plastique,
- une première plaque 3 et une seconde plaque 4 horizontales, encore appelées plaques à tubes, en vis-à-vis l'une de l'autre, et
- 15 - une enceinte 5, ou caisson, constituant lesdits moyens espaceurs et formée ici par une virole de forme par exemple cylindrique ou parallélépipédique, entourant le faisceau de tubes 2 et les plaques 3 et 4 ; l'enceinte 5 étant pourvue d'ouvertures ou de canalisations prévues pour l'entrée et 20 la sortie de l'un des deux fluides, et respectivement référencées 13 et 15.

La première plaque 3 est par exemple située au-dessus de la seconde 4. Chaque tube 2 est fixé, de 25 façon étanche, par l'une 6 de ses extrémités, à la première plaque 3 et par son autre extrémité 7, à la seconde plaque 4. De plus, les tubes 2 débouchent par leurs extrémités 6 et 7 des plaques 3 et 4, qui sont peignées à cet effet. La première plaque 3 est reliée à 30 l'enceinte 5 de façon étanche et rigide, à l'aide d'un cordon de soudure par exemple. La seconde plaque 4 est reliée à l'enceinte 5 de façon étanche et mobile, par exemple à l'aide d'un soufflet 8 qui relie le pourtour de la seconde plaque 4 à l'enceinte 5.

35 Le fluide primaire P, par exemple plus chaud

que le fluide secondaire S, pénètre dans l'échangeur par l'intermédiaire d'une première canalisation ou d'une première ouverture 9 qui débouche dans un premier collecteur 10, appelé collecteur d'entrée, délimité par la seconde plaque 4 et par l'enceinte 5. Le fluide primaire P sort de l'échangeur par l'intermédiaire d'une seconde canalisation ou d'une seconde ouverture 11 dont est pourvu un second collecteur 12, appelé collecteur de sortie, délimité par la première plaque 3 et par l'enceinte 5. Le collecteur d'entrée 10 communique avec le collecteur de sortie 12 par l'intermédiaire des tubes 2. Le fluide secondaire S pénètre par l'intermédiaire d'une troisième canalisation ou d'une troisième ouverture 13 dans la partie 14 de l'enceinte 5 délimitée par les plaques 3 et 4 et par les parois latérales de l'enceinte 5 et sort de celle-ci par l'intermédiaire d'une quatrième canalisation ou d'une quatrième ouverture 15. Cette partie 14 de l'enceinte 5 est sans communication avec les deux collecteurs 10 et 12. Ainsi, le fluide primaire P circule-t-il du collecteur d'entrée 10 au collecteur de sortie 12 en passant dans les tubes 2 par l'intermédiaire desquels il cède de la chaleur au fluide secondaire S qui, lui, circule à l'extérieur des tubes 2.

Les positions relatives des quatre canalisations 9, 11, 13 et 15 sont choisies de façon à réaliser un échange de chaleur aussi grand que possible entre ces fluides. Ainsi, la troisième canalisation 13 et la quatrième canalisation 15 occupent-elles, dans cet exemple, des positions symétriques l'une de l'autre par rapport au centre de l'échangeur. De plus, la troisième canalisation 13 est située en-dessous et au voisinage de la première plaque 3, et la quatrième canalisation 15 est située au-dessus et au voisinage

de la seconde plaque 4. La première canalisation 9 et la seconde canalisation 11 occupent également des positions symétriques l'une de l'autre par rapport au centre de l'échangeur. Bien entendu, on ne soustrait pas du cadre de l'invention en intervertissant les positions de la première (respectivement troisième) canalisation et de la seconde (respectivement quatrième) canalisation. De même, on pourrait faire circuler le fluide primaire P à l'extérieur des tubes 2, le fluide secondaire S circulant alors à l'intérieur desdits tubes 2.

La pression du fluide primaire P (circulant à l'intérieur des tubes 2) est rendue supérieure à la pression du fluide secondaire S (circulant à l'extérieur des tubes 2) pour éviter que ces tubes ne se déforment, du fait de leur minceur. Ainsi, des tubes cylindriques conservent-ils constamment leur forme. De préférence, la différence de pression positive, créée entre l'intérieur et l'extérieur des tubes, par exemple à l'aide d'une pompe, est modérée, également à cause de la minceur de ces tubes qui les rend fragiles. On peut réaliser par exemple une différence relative de pression très faible. Mais, du fait de cette différence de pression, une force est exercée sur les parties non percées de la seconde plaque 4. Des ressorts 16 reliant le fond 17 du collecteur 10 à la seconde plaque 4 et régulièrement répartis, sont alors prévus pour contrebalancer cette force. Ces ressorts 16 ont également pour fonction de maintenir tous les tubes 2 tendus, en compensant les effets de la dilatation thermique longitudinale de ces tubes. A ce propos, on notera que la seconde plaque 4 est rendue mobile par rapport à l'enceinte 5 pour permettre l'extension à chaud de tout le faisceau des tubes 2.

Des treillis ou grilles 18 qui seront dé-

crits par la suite, permettent de maintenir les tubes correctement espacés les uns des autres. Ces treillis 18 sont disposés horizontalement à différents niveaux suffisamment proches les uns des autres pour réduire l'effet sur les tubes 2, des vibrations engendrées par les fluides. De plus, les treillis 18 sont en nombre suffisant pour limiter les flèches des arcs dont les tubes 2 ont tendance à prendre la forme lorsque le fluide secondaire s'entre dans l'échangeur perpendiculairement aux tubes 2, ce qui est généralement le cas, les canalisations, notamment la troisième, étant ici en pratique perpendiculaires aux tubes.

Sur les figures 2a et 2b, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier de la fixation des tubes 2 aux plaques 3 et 4.

Pour ce faire, on utilise des bagues 19 pourvues, à leur extrémité supérieure, d'une colerette 20, ainsi que des manchons 21. De préférence, les bagues 19 et les manchons 21 sont en matière plastique. On fixe d'abord les tubes 2 cylindriques sur la première plaque 3. Celle-ci est pourvue d'une pluralité de trous 22 circulaires de diamètre D bien entendu supérieur au diamètre externe des tubes 2 qui est par exemple de l'ordre de 25 mm. Chaque bague 19 présente une face externe cylindrique 23 de diamètre D et une face interne 24 en forme de tronc de cône dont le plus petit diamètre est égal au diamètre externe des tubes 2. Chaque manchon 21 possède une face externe 25 ayant la forme d'un tronc de cône de diamètre maximal légèrement supérieur au diamètre interne des tubes 2. De plus, les bagues 19 et les manchons 21 sont conçus de façon que les troncs de cône qui leur sont respectivement associés aient le même angle au sommet.

Sur un tube 2 que l'on veut fixer, on enfle d'abord une bague 19, ce qui est aisément réalisé en

placet le tube, grâce à la minceur de celui-ci (figure 2a). A l'extrémité 6 du tube 2, on engage ensuite à force un manchon 21, après quoi l'on pousse sur le manchon 21 pour que le tube 2 se trouve pris entre la face interne 24 de la bague 19 et la face externe 25 du manchon 21 puis l'on repousse la bague 19 dans le trou 22 jusqu'à ce qu'elle vienne en butée contre la première plaque 3 par l'intermédiaire de la colerette 20 (figure 2b). Chaque bague 19 peut être pourvue, à son extrémité inférieure, d'un chanfrein 26 qui facilite son centrage dans le trou 22. On notera que lesdites faces interne 24 de la bague et externe 25 du manchon coopèrent au maintien du tube 2 et à l'étanchéité de la fixation de ce tube sur la plaque considérée.

Les tubes pouvant être pliés sans difficulté, il est possible de les fixer, sur la seconde plaque 4 comme on l'a expliqué précédemment, cette plaque étant également pourvue d'une pluralité de trous 22 de diamètre D. Pour ce faire, chaque tube 2 est passé dans un trou 22. On enfle ensuite les bagues 19 sur les tubes 2 puis l'on enfonce les manchons 21 dans les tubes, après quoi ces manchons sont repoussés sur les bagues ; enfin, les manchons et les bagues sont repoussés avec les tubes, sur la seconde plaque 4, sans que l'on ne soit gêné par le pliage des tubes entre les deux plaques 3 et 4. Lorsque tout le faisceau de tubes 2 a été monté, on laisse la seconde plaque libre sous son propre poids.

A titre indicatif, mais non limitatif, les tubes sont fabriqués par extrusion et faits en polyéthylène, en polypropylène, en polyamide (commercialisé sous la marque RILSAN) ou en difluorure de polyvinyle connu sous l'abréviation PVDF ; les bagues et les manchons sont moulés par injection et faits en polypropylène, en difluorure de polyvinyle ou en polycar-

bonate ; les plaques 3 et 4 sont en métal pourvu d'un revêtement protecteur anti-corrosion par exemple en polytétrafluoréthylène ou en émail à haute température. De préférence, le bord des trous 22 de ces plaques est mince ou embouti en forme d'entonnoir 27 (figure 3) de façon à éviter l'arrachement du revêtement protecteur par les bagues 19 lors du montage, ce qui amorcerait une corrosion locale. Enfin, l'enceinte est par exemple en métal pourvu d'un revêtement protecteur du genre de ceux qui sont mentionnés ci-dessus ou intégrée dans une construction pourvue d'un revêtement interne en céramique.

Sur la figure 4, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier des treillis 18 qui permettent de maintenir les tubes 2 espacés les uns des autres. Ces treillis 18 sont pourvus de mailles 28 permettant le passage des tubes 2 et d'autres mailles 29 prévues pour le passage du fluide secondaire S parallèlement aux tubes 2. A titre indicatif mais non limitatif, les treillis 18 sont réalisés en métal tissé pourvu d'un revêtement protecteur anti-corrosion par exemple en époxy, en polytétrafluoréthylène ou en émail à haute température. Chaque treillis 18 comporte alors une chaîne 30 et une trame 31 formées de fils métalliques 32 parallèles, alternativement proches et espacés les uns des autres, de façon à constituer des mailles 28 suffisamment larges pour permettre le passage des tubes 2. Les fils de la chaîne 30 sont par exemple perpendiculaires aux fils de la trame 31, ce qui permet d'obtenir des mailles 28 carrées de côté D_1 (distance entre deux fils espacés) égal ou légèrement supérieur au diamètre externe des tubes 2, comme on le voit sur la figure 5. Les fils de la chaîne 30 pourraient également former des angles α de 60° avec les fils de la trame 31, ce qui permet-

trait d'obtenir des mailles 28 en forme de losanges, comme on le voit sur la figure 6. Insérés dans l'enceinte 5 (figure 1) avant le montage du faisceau de tubes 2, les treillis 18 sont traversés par ces tubes 2 au fur et à mesure de l'avancement du montage desdits tubes.

Sur ces figures on a représenté les treillis formés de fils alternés proches ou espacés. Bien entendu, suivant le rapport du diamètre des tubes à l'entre-axe de ceux-ci, on pourrait utiliser des treillis à espacements constants.

Les moyens d'espacement peuvent également être des plaques ajourées obtenues par moulage d'une matière plastique.

Sur la figure 7, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier desdits moyens de compensation d'un effort s'exerçant sur la seconde plaque 4 du fait que la pression du fluide primaire P est supérieure à celle du fluide secondaire S. Dans ce mode de réalisation, particulièrement adapté à un fluide primaire très corrosif qui risquerait de détériorer les ressorts 16 (figure 1), les moyens de compensation comprennent une troisième plaque 33 qui est étanche et donc non percée contrairement aux deux autres. Cette troisième plaque 33 est horizontale et disposée entre le fond 17 du collecteur 10 et la seconde plaque 4, cette disposition étant telle que la première canalisation 9 débouche entre ces seconde et troisième plaques. Cette troisième plaque 33 est rigidement liée à la seconde 4, par exemple par des tirants 34. Elle est en outre mobile dans le collecteur 10 et reliée à ce dernier de façon étanche, par exemple à l'aide d'un autre soufflet 35. Elle délimite donc, avec la seconde plaque 4, la partie du collecteur d'entrée 10 dans laquelle pénètre le fluide pri-

maire P. Elle délimite par ailleurs, avec le fond du collecteur 10, un autre espace 36 qui est mis en communication avec le fluide secondaire S. Ceci est par exemple réalisé à l'aide d'un conduit 37 reliant ledit
5 autre espace 36 à la quatrième canalisation 15.

La troisième plaque 33, non percée, a une surface supérieure à celle de la seconde plaque 4 qui, elle, est percée. De ce fait, la force qui s'exerce sur la troisième plaque 33 par suite de la différence
10 de pression entre ladite partie du collecteur d'entrée 10 et l'espace 36, est supérieure en intensité et opposée à celle qui s'exerce sur la seconde plaque 4. Ceci assure automatiquement, par l'intermédiaire des tirants 34, la tension des tubes 2 qui sont fixés à la
15 seconde plaque 4.

Bien entendu, on pourrait intervertir les positions de la première plaque 3, fixe par rapport à l'enceinte 5, et de la seconde plaque 4, mobile par rapport à l'enceinte 5, comme on le voit sur les fi-
20 gures 8 et 9.

Sur la figure 8, on a représenté schématiquement un mode de réalisation particulier de l'échangeur de chaleur objet de l'invention, dans lequel les-
25 dits moyens de compensation sont des ressorts 16 qui, dans ce cas, relie la seconde plaque 4 à la partie supérieure 38 du collecteur 12.

Sur cette figure 8, les moyens espaceurs sont constitués par des entretoises 53, au nombre de quatre par exemple, placées aux quatre coins des col-
30 lecteurs, s'il s'agit d'un échangeur de forme parallélogrammique. Dans cet exemple, le fluide primaire circule à l'intérieur des tubes 2 entre les collecteurs d'entrée 10 et de sortie 12 ; mais ici les entretoises laissent un libre accès au fluide secondaire qui cir-
35 cule alors librement autour des tubes 2, les entre-

toises, constituées par exemple par des cornières, assurant que le positionnement des collecteurs.

Sur cette figure 8, les soufflets d'étanchéité 8 (voir figure 1) sont remplacés par des joints glissants 39 faits par exemple en un matériau pris dans le groupe des élastomères siliconés qui résistent à de nombreux agents corrosifs. Ces joints sont fixés à la seconde plaque et frottent contre la paroi latérale 40 du collecteur 12 mais sont représentés séparés de cette paroi pour une meilleure compréhension de la figure.

Sur la figure 9, on a représenté schématiquement un autre mode de réalisation particulier de cet échangeur de chaleur, dans lequel lesdits moyens de compensation sont réalisés à l'aide d'une troisième plaque 33, comme on l'a expliqué à propos de la figure 7. Cependant, dans le cas de la figure 9, la troisième plaque 33 est située au-dessus de la seconde 4, entre cette dernière et l'extérieur à la pression moyenne du circuit secondaire. L'espace 54 pour la sortie du fluide circulant dans les tubes 2 est délimité entre les plaques 4 et 33 et constitue le collecteur de sortie. La surpression qui existe dans l'espace 54 par rapport à la pression externe des tubes assure leur mise en tension. Les soufflets 8 et 35 assurent les diverses étanchéités comme cela a été vu précédemment. Dans cet exemple de la figure 9, les moyens espaceurs sont constitués par deux plaques 55 parallèles aux tubes et disposées sur deux faces opposées de l'échangeur, celui-ci étant parallélépipédique. Les deux plaques 55, dont une apparaît sur la coupe longitudinale de l'échangeur de la figure 9, sont montrées sur la figure 10 qui est une coupe suivant A-A de la figure 9. Ces deux plaques délimitent ainsi un canal dans lequel circule, suivant les flèches F, un des

deux fluides, le fluide secondaire par exemple, tandis que l'autre fluide se déplace dans les tubes 2 du collecteur d'entrée 10 au collecteur de sortie 54. Le fluide secondaire pénètre et sort de l'échangeur par la totalité de la surface comprise entre les deux plaques 55 et les première et seconde plaques 3 et 4. On réalise ainsi un échangeur à circulation croisée.

Enfin, des chicanes peuvent être disposées sur le circuit du fluide circulant à l'extérieur des tubes 2, soit parallèlement aux tubes comme représenté en 56 sur la figure 1, soit perpendiculairement à ces derniers comme représenté en 57 sur la figure 7.

Sur la figure 11, on a représenté schématiquement un autre mode de réalisation particulier de l'échangeur de chaleur objet de l'invention, dans le cas où les fluides primaire et secondaire sont des liquides respectivement dits primaire P et secondaire S. L'échangeur comporte l'enceinte 5, les tubes 2 et les première et seconde plaques. Bien entendu, les tubes sont maintenus correctement espacés les uns des autres par des grilles 18 par exemple. La seconde plaque 4, mobile par rapport à l'enceinte 5 et reliée à celle-ci par le soufflet 8, est située au-dessus de la première plaque 3, fixe par rapport à l'enceinte 5. Le sommet 41 de celle-ci est ouvert à l'air libre et forme un collecteur de sortie dont le fond est constitué par la seconde plaque 4. Ce collecteur 41 comporte une canalisation de débordement 42 raccordée à une canalisation 43 prévue pour l'évacuation du liquide primaire P, l'entrée de ce dernier dans l'échangeur se faisant par l'intermédiaire de ladite première canalisation 9 qui débouche dans le collecteur d'entrée 10 compris entre la première plaque 3 et le fond 17 du collecteur 10.

Le liquide secondaire S pénètre dans

l'échangeur par ladite troisième canalisation 13 qui débouche dans cet échangeur en dessous de la seconde plaque 4. Le liquide secondaire S ressort de l'échangeur par ladite quatrième canalisation 15 qui est située au-dessus de la première plaque 3. Cette quatrième canalisation 15 s'élève jusqu'à un réservoir 44 avec la base 45 duquel elle communique. Un conduit 46, prévu pour l'évacuation et le réglage du niveau du liquide secondaire S communique également avec ce réservoir 44. Ce dernier est ouvert à l'air libre et situé à une altitude inférieure à celle dudit collecteur 41.

Le collecteur 41 et le réservoir 44 contiennent respectivement les liquides primaire et secondaire. Le niveau libre 47 du liquide primaire dans le collecteur 41 est plus élevé que le niveau libre 48 du liquide secondaire dans le réservoir 44. En admettant que le liquide secondaire pénètre sans pression dans l'échangeur, il en résulte, comme on souhaite le réaliser, une différence positive de pression entre le liquide primaire et le liquide secondaire, différence qui est d'ailleurs proportionnelle à la différence des niveaux libres 47 et 48. Une force, résultant de cette différence de pression, s'exerce sur la seconde plaque 4. Cette force est compensée au moyen d'un poids 49 exerçant une tension sur la seconde plaque 4 par l'intermédiaire d'un câble 50 qui relie le poids 49 à la seconde plaque 4, en passant sur deux poulies 51 et 52 de renvoi, d'axes horizontaux et parallèles. Cette force peut également être compensée par un flotteur relié par un câble à la seconde plaque et flottant à la surface du liquide primaire.

L'échangeur représenté sur la figure 11 peut s'appliquer à la récupération de la chaleur contenue dans les eaux chargées en provenance d'une unité de traitement chimique, pour chauffer de l'eau destinée par exemple à l'arrosage de plantes ou au chauffage de serres. Il peut également s'appliquer au réchauffage de l'eau de mer avant distillation, d'une part au moyen de saumure, dans un premier échangeur (conforme à celui de la figure 11), et d'autre part, au moyen d'eau distillée dans un second échangeur (également conforme à celui de la figure 11).

Sur la figure 12 est représenté, de façon schématique, un autre mode de réalisation particulier de l'invention, appliqué au cas où les fluides primaire et secondaire sont des liquides. On retrouve sur cette figure l'enceinte 5 et les tubes d'échange 2 verticaux de la figure 1 qui sont bien entendu maintenus correctement espacés les uns des autres par des grilles 18 par exemple. Chaque tube 2 est relié de façon étanche, par ses extrémités, respectivement à la première plaque 3 horizontale et fixe et à la seconde plaque 4 horizontale, mobile et située en dessous de la première. La seconde plaque 4 est reliée de façon étanche à l'enceinte 5 par le soufflet 8.

La seconde plaque 4 délimite avec le fond de l'enceinte 5 un collecteur 5a dans lequel débouchent les tubes 2. Les ressorts 16 de compensation relient la seconde plaque 4 au fond de l'enceinte 5.

La seconde plaque peut être en plusieurs parties reliées l'une à l'autre de façon étanche par des soufflets. Ledit collecteur 5a peut alors être séparé en deux parties par une cloison 5b reliant l'une desdites parties de la seconde plaque 4 au fond de l'enceinte 5.

La première plaque 3 constitue le fond d'une série de déversoirs 59 et de bacs 60a, 60b dans lesquels débouchent les tubes 2. Le liquide primaire P pénètre dans l'échangeur par la canalisation 9 qui débouche dans le premier bac 60a et sort de l'échangeur par la canalisation 11 qui débouche du dernier déversoir 59b de la série. Les déversoirs sont étagés en altitude de manière décroissante de l'entrée 9 du liquide primaire P à la sortie 11 de ce dernier, c'est-à-dire sont conçus pour que le niveau libre de liquide primaire décroisse du premier déversoir au dernier.

Les bacs 60 servent à obliger le liquide primaire à circuler dans les tubes 2 et les déversoirs 59 servent à la circulation du liquide primaire d'une série de tubes à la série suivante.

Le liquide secondaire S pénètre dans l'enceinte 5 par le haut de celle-ci, du côté du dernier déversoir 59b, par une canalisation 13, et sort de l'enceinte 5 par le haut de celle-ci, du côté du premier bac 60a, par une canalisation 15. Des chicanes verticales 58 sont prévues dans l'enceinte 5, à l'extérieur des tubes 2, pour augmenter le trajet du liquide secondaire S dans l'échangeur. Le liquide primaire descend du premier bac audit collecteur 5a, remonte dans un déversoir, redescend dans ledit collecteur 5a, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il parvienne au dernier déversoir 59b qu'il quitte par la canalisation 11. Bien entendu, pour que la pression du liquide primaire soit supérieure à la pression du liquide secondaire, le niveau libre du liquide primaire dans le premier bac 60a est rendu supérieur au niveau libre du liquide secondaire dans l'enceinte 5.

Dans cet exemple, la circulation des fluides se fait encore à contre-courant. On voit en outre sur

la figure 12 que les chicanes 58 et les déversoirs 59 obligent les fluides primaire et secondaire à traverser l'échangeur respectivement selon les flèches F' et F".

REVENDICATIONS

1. Echangeur de chaleur entre un fluide primaire (P) et un fluide secondaire (S), du genre de ceux qui comportent un faisceau de tubes (2) montés entre une première plaque (3) et une seconde plaque (4) solidaires de moyens espaceurs (5, 53, 55) rigides, coaxiaux auxdits tubes, chaque tube ayant une de ses extrémités (6) fixée de façon étanche à la première plaque (3) et l'autre extrémité (7) fixée de façon étanche à la seconde plaque (4), l'un des fluides circulant à l'extérieur desdits tubes et l'autre à l'intérieur, caractérisé en ce que les tubes (2) sont réalisés en matière plastique, la pression du fluide circulant à l'intérieur des tubes étant toujours supérieure à la pression du fluide circulant à l'extérieur desdits tubes, en ce qu'une au moins des mêmes extrémités (6, 7) desdits tubes débouche dans un collecteur (10, 12), en ce qu'au moins une desdites plaques (4) est mobile et munie de moyens de compensation (16, 33) destinés à assurer la tension des tubes et en ce que ledit échangeur comporte des moyens d'espacement (18) des tubes.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes ont une épaisseur comprise entre 30 μ m et 200 μ m.

3. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le collecteur (10, 12) se présente sous forme d'une enceinte pourvue d'au moins une ouverture (9, 11) pour l'entrée ou la sortie du fluide circulant à l'intérieur des tubes, une des parois du collecteur étant constituée par une plaque (4) de l'échangeur.

4. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que

les moyens espaceurs sont constitués par une virole (5) pourvue d'au moins une entrée (13) et une sortie (15) pour le fluide circulant à l'extérieur des tubes.

5 5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens espaceurs sont constitués par des entretoises (53).

10 6. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens espaceurs sont constitués par des plaques (55) occupant des positions opposées.

15 7. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les première et seconde plaques (3, 4) comportent des trous (22) prévus pour la fixation des extrémités (6, 7) des tubes (2) et en ce que chaque extrémité (6, 7) est fixée à l'une des plaques (3, 4) à l'aide d'un manchon (21) et d'une bague (19) pourvue d'une colerette (20) et insérable dans un trou (22), le manchon (21) et la bague (19) étant prévus pour enserrer ladi-
20 te extrémité (6, 7) et la colerette (20) étant prévue pour venir en butée contre la plaque (3, 4) après insertion de la bague (19) dans le trou (22).

25 8. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'étanchéité de la plaque mobile (4) est assurée par des soufflets (8) ou des joints glissants (39).

30 9. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les tubes (2) sont disposés verticalement et en ce que les première et seconde plaques (3, 4) sont disposées horizontalement.

35 10. Echangeur de chaleur selon la revendication 9, caractérisé en ce que la première plaque (3) est fixe et située au-dessus de la seconde plaque (4), celle-ci étant mobile.

11. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de compensation sont constitués par des moyens de traction tels que des ressorts (16).

5 12. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de compensation comprennent une troisième plaque (33) étanche, mobile, placée dans le collecteur (10, 12), située en regard de la plaque
10 mobile (4) supportant les tubes, rendue solidaire de cette dernière, reliée aux parois du collecteur de façon étanche et délimitant dans le collecteur, d'une part, avec la plaque mobile (4) supportant les tubes, un espace rempli du fluide circulant dans les tubes
15 (2) et d'autre part avec l'autre partie du collecteur, un autre espace (36) prévu pour recevoir le fluide qui circule à l'extérieur des tubes.

13. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce
20 que lesdits moyens (18) d'espacement sont constitués par des treillis placés les uns au-dessus des autres et pourvus de mailles (28, 29) à travers certaines desquelles passent les tubes (2), les autres mailles permettant le passage du fluide qui circule à l'exté-
25 rieur de ces tubes (2).

14. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que les tubes (2) sont faits en une matière plastique prise dans le groupe comprenant le polyéthylène, le
30 polypropylène, le difluorure de polyvinyle et le polyamide.

15. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte des chicanes (56, 57) prévues pour
35 obliger le fluide circulant à l'extérieur des tubes à parcourir un chemin préférentiel.

- 5 16. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que les fluides primaire (P) et secondaire (S) étant des liquides, ces liquides présentent des niveaux libres (47, 48) et en ce que le niveau libre (47) du liquide qui circule dans les tubes (2) est supérieur au niveau libre (48) du liquide qui circule à l'extérieur de ces tubes (2), de façon à établir la différence de pression entre les deux liquides.

1/6

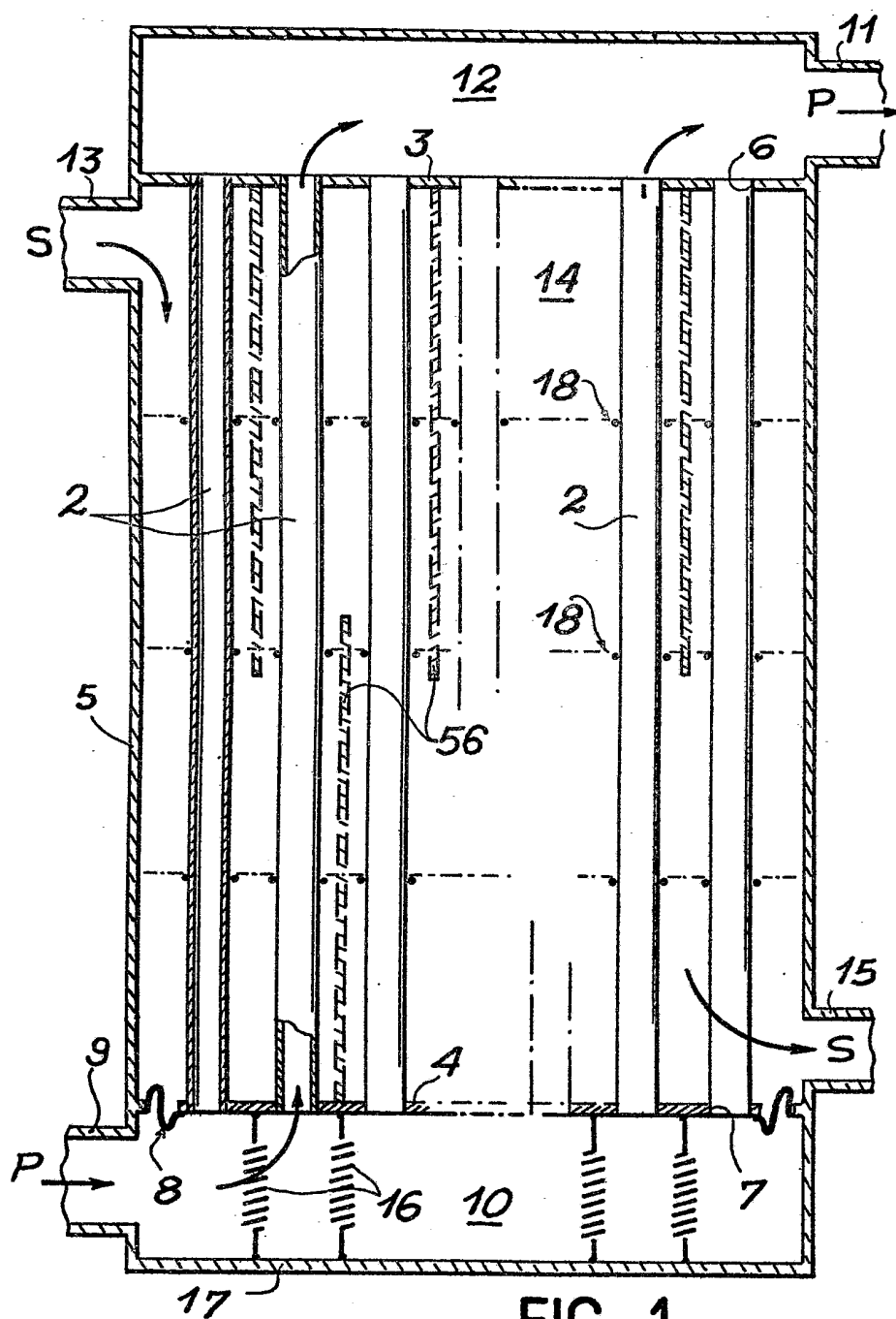


FIG. 1

2/6

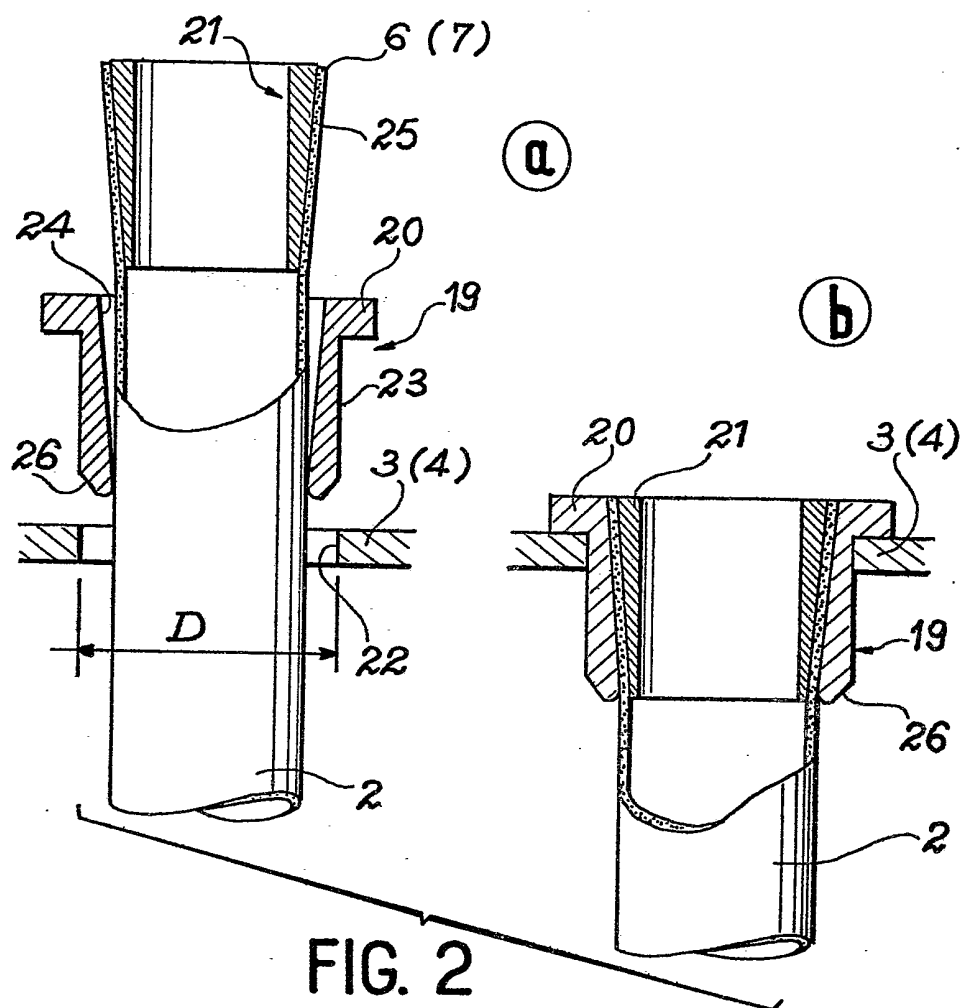


FIG. 2

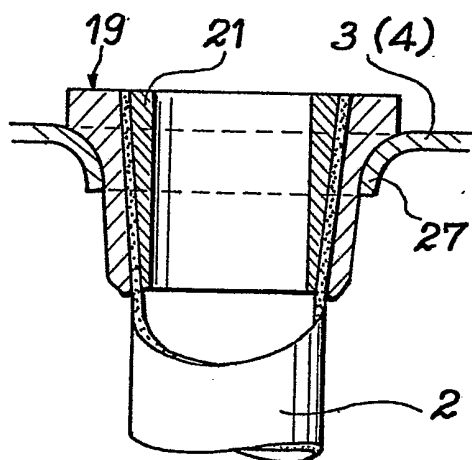


FIG. 3

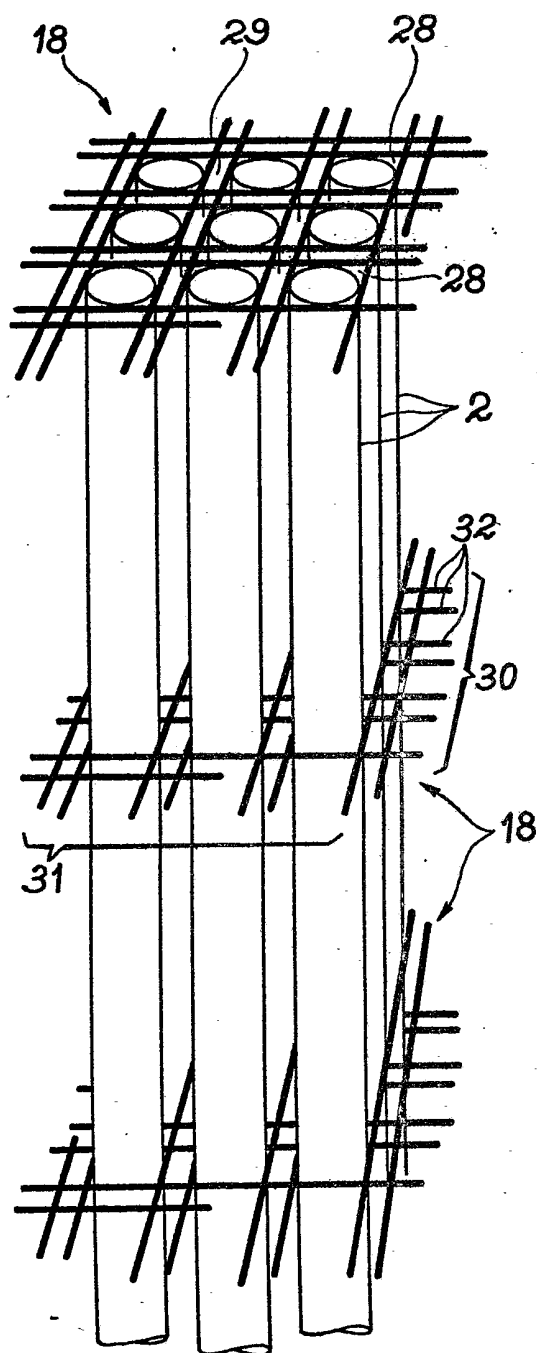


FIG. 4

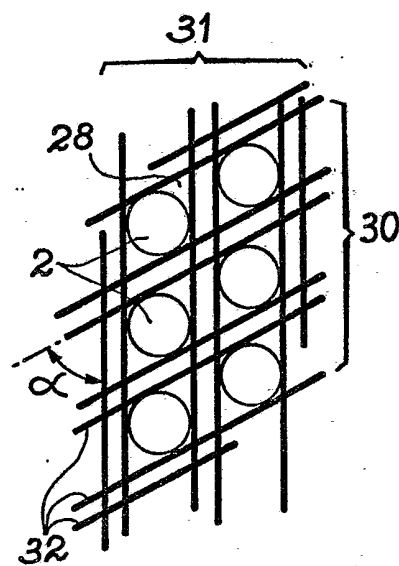


FIG. 6

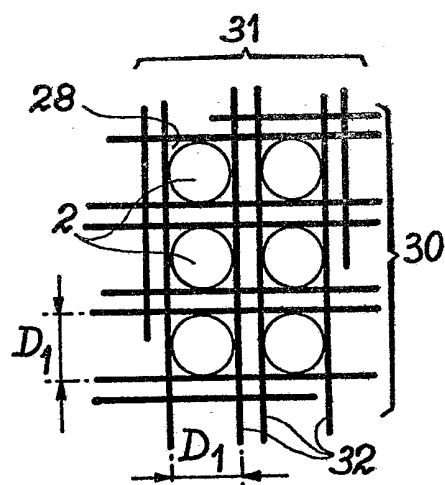


FIG. 5

4/6

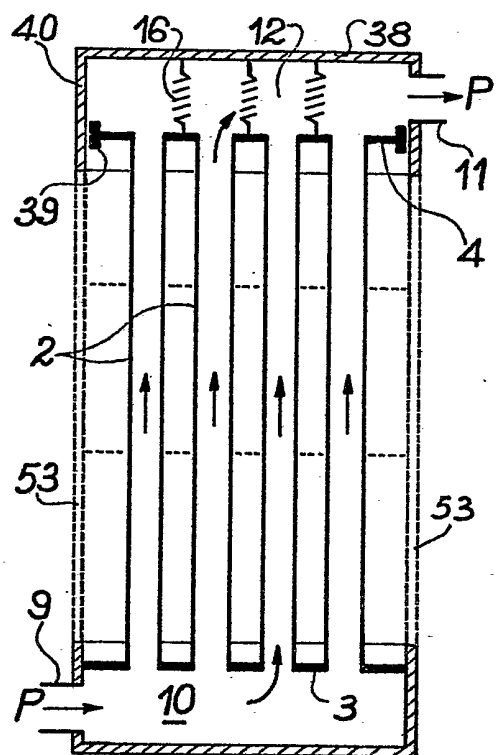


FIG. 8

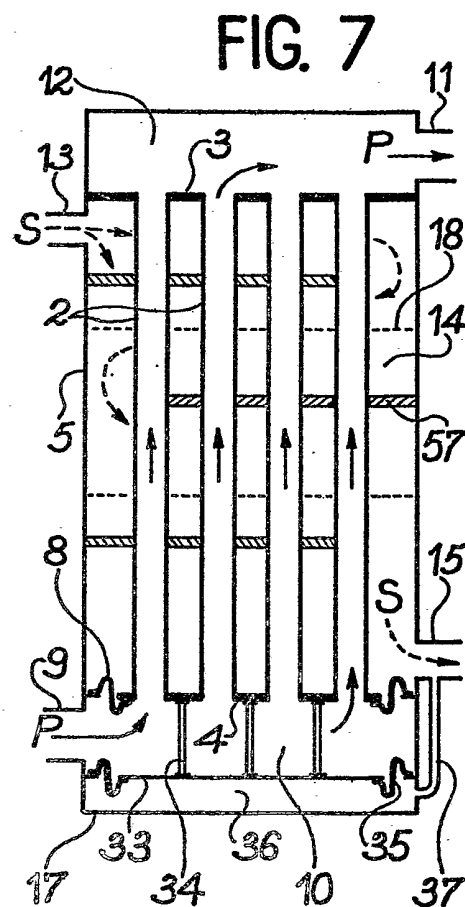


FIG. 7

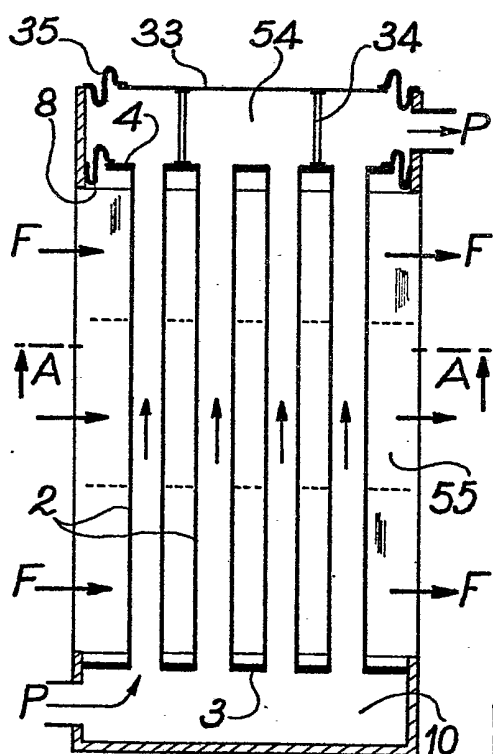


FIG. 9

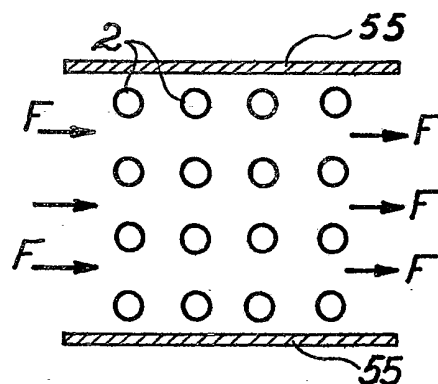


FIG. 10

5/6

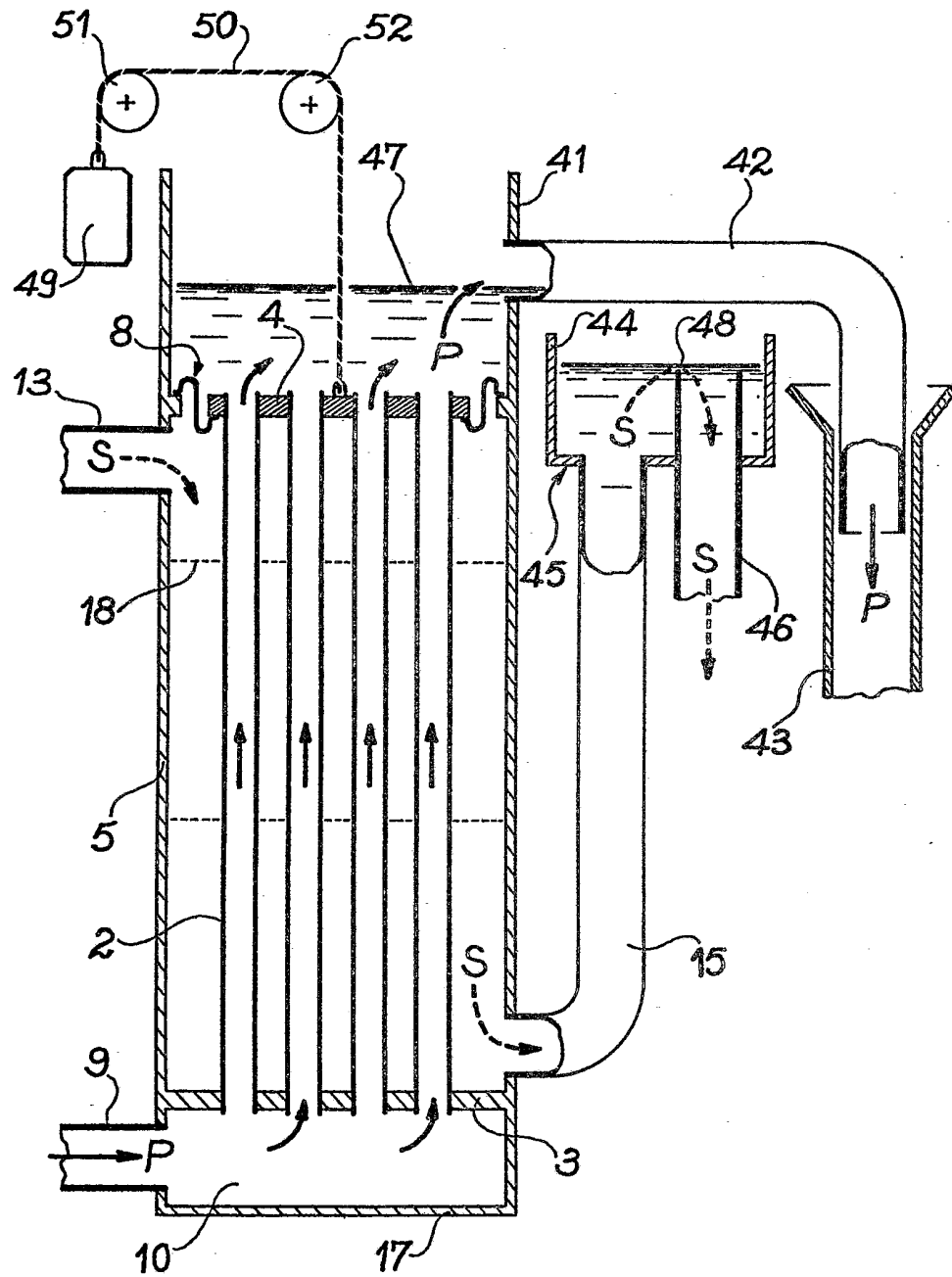


FIG. 11

6/6

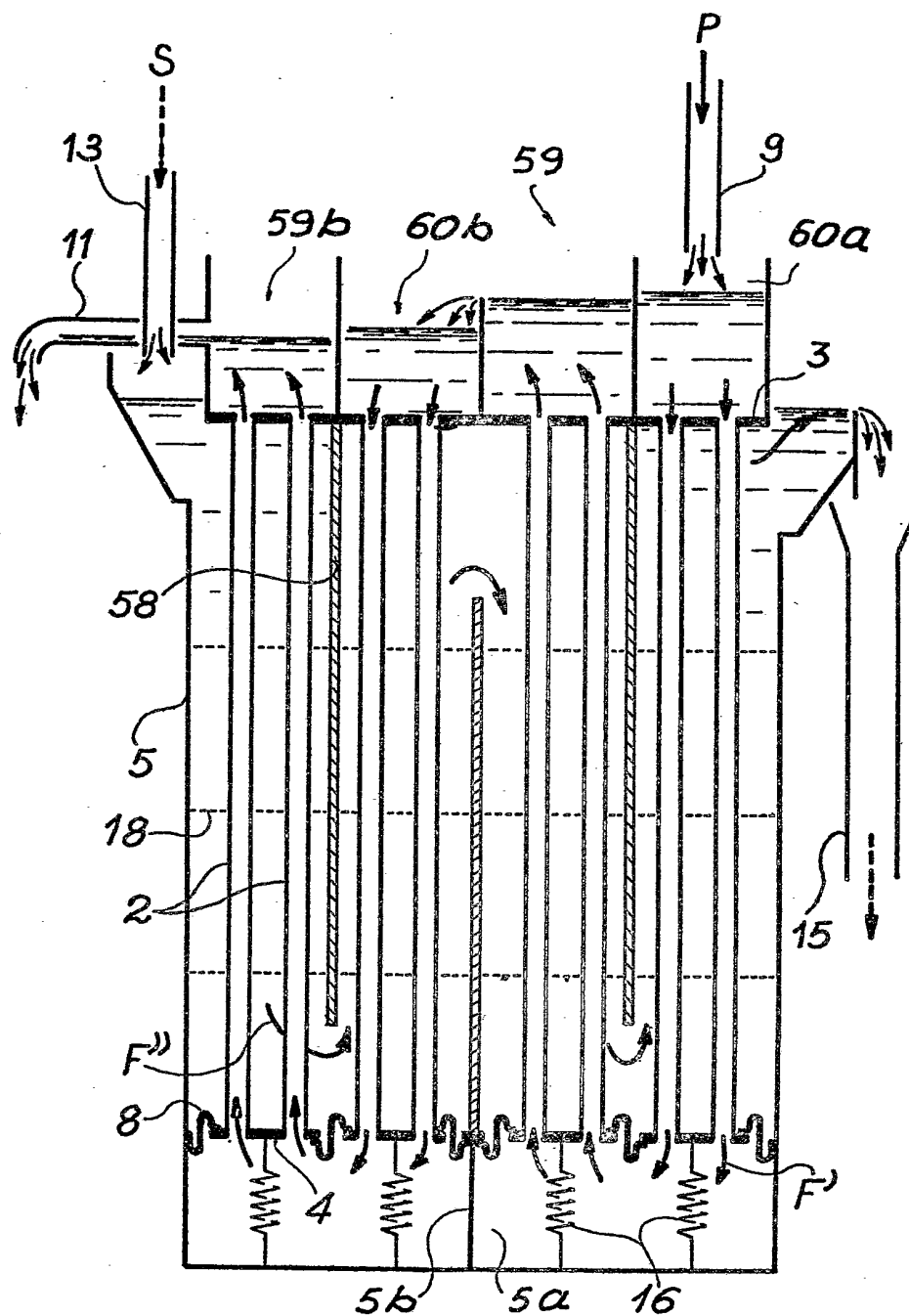


FIG. 12