

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

①1 N° de publication : **2 593 586**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **86 01251**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : F 22 G 3/00; F 28 B 1/00, 9/08, 7/00.

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29 janvier 1986.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 31 du 31 juillet 1987.

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

⑦1 Demandeur(s) : *STEIN INDUSTRIE.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jean Andro.

⑦3 Titulaire(s) :

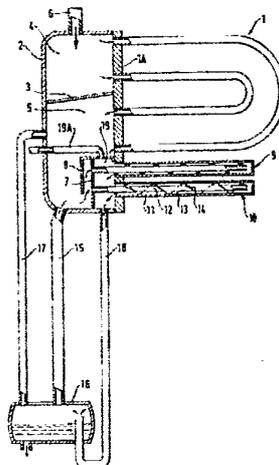
⑦4 Mandataire(s) : Pierre Picard.

⑤4 Echangeur de chaleur comportant des tubes en U et des tubes baïonnette.

⑤7 Echangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes en U 1, 21 autour desquels de la vapeur se surchauffe et à l'intérieur desquels se condense de la vapeur de chauffage, une chambre 4 d'admission de la vapeur de chauffage et une chambre 5 d'évacuation d'un condensat éventuellement mélangé de vapeur non condensée.

Il comporte en outre un faisceau de tubes baïonnette 9, 10 dont l'admission est reliée à la chambre d'évacuation du condensat, et dont l'évacuation 18 est séparée de celle de la chambre d'évacuation du condensat.

Application notamment aux surchauffeurs de vapeur déshu-  
midifiée dans des séparateurs.



FR 2 593 586 - A1

Echangeur de chaleur comportant des tubes en U et des tubes baïonnette

La présente invention concerne un échangeur de chaleur comportant des tubes en U autour desquels de la vapeur se surchauffe et à l'intérieur desquels se condense de la vapeur de chauffage, une chambre d'admission de la vapeur de chauffage et une chambre d'évacuation d'un condensat éventuellement mélangé de vapeur non condensée.

On utilise de tels échangeurs notamment pour la surchauffe de vapeur saturée ou contenant encore un peu d'eau, dite "vapeur de cycle", circulant transversalement à ces tubes. De la vapeur de chauffe sous pression plus élevée se condense à l'intérieur des tubes en U en assurant l'apport thermique nécessaire à la surchauffe, puis le condensat est évacué vers un ballon de recueil. Par suite de l'échauffement de la vapeur de cycle, l'écart de températures entre la vapeur de chauffe et la vapeur de cycle est différent pour chaque série de tubes en U, et le débit condensé est différent dans chacune des séries de tubes en U. Pour éviter un sous-refroidissement des condensats dans certaines des séries de tubes en U, préjudiciable à la tenue des faisceaux, on a proposé, soit de munir l'admission de certains des tubes de diaphragmes de limitation de débit, soit de n'effectuer qu'une condensation incomplète de la vapeur de chauffe ("surventilation des faisceaux"), soit de combiner ces deux mesures.

On a aussi proposé de diviser les tubes en U en deux sous-faisceaux, la vapeur de chauffe passant en premier lieu au sein d'un premier sous-faisceau (première et deuxième passe), puis au sein d'un deuxième sous-faisceau (troisième et quatrième passe), la vapeur non condensée étant prélevée en sortie de la quatrième passe, soit après séparation de l'eau condensée, soit mélangée à celle-ci.

Dans toutes ces dispositions, il subsiste une consommation excessive de vapeur de chauffe, qui n'est utilisée qu'incomplètement, ainsi qu'un risque de détérioration de tubes d'échange par suite d'un sous-refroidissement du condensat et d'oscillations hydrauliques et thermiques de certains tubes en raison de la formation de bouchons de liquide condensé.

La présente invention a pour but de procurer un échangeur de chaleur à tubes en U assurant une utilisation sensiblement complète de

la chaleur latente de la vapeur de chauffe, et par suite une consommation minimale de cette vapeur, et évitant les risques de détérioration de certains tubes par suite de sous-refroidissements dans leur branche de retour et de la formation de bouchons de liquide condensé.

5 L'échangeur de chaleur selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte en outre un faisceau de tubes baïonnette dont l'admission est reliée à la chambre d'évacuation du condensat, et dont l'évacuation est séparée de celle de la chambre d'évacuation du condensat.

10 Il répond en outre de préférence à au moins l'une des caractéristiques suivantes :

- Le faisceau de tubes baïonnette est annexé à un faisceau de tubes en U à deux passes.
- L'admission du faisceau de tubes baïonnette est disposée à l'intérieur de la chambre d'évacuation d'un faisceau de tubes en U à deux passes.
- 15 - L'admission du faisceau de tubes baïonnette est séparée de la chambre d'évacuation d'un faisceau de tubes en U à deux passes, et reliée à cette chambre par un conduit.
- Le faisceau de tubes baïonnette est annexé à un faisceau de tubes en U à quatre passes.
- 20 - Le faisceau de tubes baïonnette est disposé à l'intérieur des tubes en U assurant les 3ème et 4ème passes.
- Le faisceau de tubes baïonnette est disposé en amont du faisceau de tubes en U sur le trajet de la vapeur à surchauffer, son admission étant reliée à l'évacuation de la 4ème passe par un conduit.
- 25 - L'évacuation du faisceau de tubes baïonnette est reliée à un ballon de recueil des condensats de la chambre d'évacuation par un conduit en U compensant la perte de charge supplémentaire dans les tubes baïonnette.

Les tubes baïonnette dont fait usage l'invention sont connus en eux-mêmes comme tubes d'échange de chaleur. Ils comportent

- 30 - un tube externe assurant l'échange avec le fluide externe, par exemple vapeur à surchauffer, fixé dans une plaque tubulaire, de longueur sensiblement égale à la longueur du faisceau, fermé à son extrémité, muni ou non d'ailettes externes améliorant l'échange de chaleur,
- un tube interne coaxial au tube externe, par lequel arrive la vapeur à  
35 condenser,

- des moyens, par exemple un fil en hélice, pour centrer le tube interne par rapport au tube externe.

Dans de tels tubes, aussi bien le tube externe que le tube interne sont libres de se dilater sans difficulté.

5 Le faisceau de tubes baïonnette, contrairement à un faisceau de tubes en U, peut être dimensionné pour qu'au régime de fonctionnement nominal il s'y produise une condensation de la vapeur de chauffe, suivi d'un sous-refroidissement près de la sortie, ce qui évite la nécessité de prévoir une condensation incomplète et l'évacuation d'une certaine frac-  
10 tion de vapeur non condensée (surventilation). Par ailleurs, on peut utiliser le fil en hélice assurant le centrage du tube interne pour éviter une stratification du condensat aux régimes inférieurs au régime nominal.

Il est décrit ci-après, à titre d'exemples et en référence aux  
15 figures du dessin annexé, des échangeurs de chaleur assurant la surchauffe de vapeur d'eau externe aux faisceaux de tube (vapeur de cycle) par condensation de vapeur d'eau sous pression plus élevée circulant à l'intérieur des tubes (vapeur de chauffe).

La figure 1 représente l'extrémité d'un échangeur dans lequel  
20 l'admission du faisceau de tubes baïonnette est disposée à l'intérieur de la chambre d'évacuation d'un faisceau de tubes en U à deux passes.

La figure 2 représente l'extrémité d'un échangeur dans lequel l'admission du faisceau de tubes baïonnette est externe à la chambre d'évacuation du faisceau de tubes en U à deux passes, et disposée en  
25 amont de ce dernier sur le trajet de la vapeur de cycle à surchauffer.

La figure 3 représente l'extrémité d'un échangeur dans lequel l'admission du faisceau de tubes baïonnette est interne à la chambre d'évacuation d'un faisceau de tubes en U à quatre passes, les tubes baïonnette étant disposés entre les 3ème et 4ème passe dans les tubes en  
30 U.

La figure 4 représente l'extrémité d'un échangeur dans lequel l'admission du faisceau de tubes baïonnette est externe à la chambre d'évacuation d'un faisceau de tubes en U à quatre passes, disposé en  
35 amont du faisceau de tubes en U sur le trajet de la vapeur de cycle à surchauffer.

Dans la figure 1, le faisceau de tubes en U à deux passes débouche dans la plaque tubulaire 1A. La chambre d'extrémité 2 est divisée par une cloison 3 en une chambre d'admission 4 et une chambre d'évacuation 5. La vapeur de chauffe sous pression pénètre dans la chambre d'admission 4 par la tubulure 6. Elle circule dans les tubes en U, dont deux seulement ont été représentés pour plus de clarté, bien qu'il en existe en réalité un grand nombre. Ces tubes sont munis éventuellement de diaphragmes permettant de proportionner le débit de vapeur à l'apport de chaleur local à fournir à la vapeur de cycle. La vapeur de chauffe ressort condensée en majeure partie dans la chambre d'évacuation 5, comme représenté par les flèches. L'eau condensée s'écoule par le conduit 15 dans le récipient de recette 16, un conduit 17 assurant l'équilibrage de pression entre la chambre 5 et la zone de vapeur du récipient 16.

La vapeur saturée subsistant dans la chambre 5, mélangée de gouttelettes d'eau, se rend alors dans les tubes baïonnette d'échange. A cet effet, une petite plaque tubulaire spéciale 7 est percée d'ouvertures correspondant aux tubes internes des tubes baïonnette. Une tôle défléctrice 8 évite que de l'eau condensée ne soit entraînée dans les tubes baïonnette. Il n'a été représenté pour plus de clarté que deux tubes baïonnette 9 et 10, mais ceux-ci sont plus nombreux en réalité.

Un tube baïonnette tel que 10 se compose d'un tube externe 11 débouchant dans la plaque tubulaire 1A et d'un tube interne coaxial 12 délimitant un espace annulaire 13. Le centrage du tube interne dans le tube externe peut être assuré par un fil en hélice 14.

Le faisceau de tubes baïonnette est disposé sous le faisceau de tubes en U. Il est en contact par sa surface externe avec de la vapeur de cycle à la température de saturation et contenant au plus quelques % d'eau. Sa fonction est de vaporiser l'eau résiduelle et d'effectuer le début de la surchauffe de la vapeur. La chaleur échangée dans ce faisceau est en règle générale de 6 à 10% de l'apport total de chaleur à pleine charge, cette proportion augmentant pour les faibles charges ou durant les régimes transitoires. Ce faisceau étant en série avec le faisceau de tubes en U, la vapeur nécessaire à l'échange provient de ce dernier faisceau, ce qui permet de laisser subsister une certaine proportion de

vapeur non condensée à la sortie des tubes en U.

Dans les tubes baïonnette, dès que le condensat formé se refroidit dans l'espace annulaire 13, il reçoit de la chaleur à travers la paroi du tube interne 12 par condensation du mélange de vapeur et d'eau à sa  
5 température de saturation, ce qui tend à diminuer son sous-refroidissement. Les oscillations thermiques en sortie des tubes baïonnette se trouvent ainsi fortement diminuées.

Le faisceau de tubes baïonnette peut être dimensionné du point de vue de sa surface d'échange pour qu'en régime de fonctionnement nominal  
10 de l'échangeur il y ait à l'intérieur des tubes une zone de condensation suivie d'une zone de sous-refroidissement près de la sortie des tubes externes.

Ceci évite de devoir évacuer un surplus de vapeur non condensée (débit de ventilation) et réduit la consommation requise de  
15 vapeur sous pression.

Par ailleurs, le fil 14 de centrage du tube interne dans le tube externe assure une circulation sensiblement hélicoïdale du condensat et évite ainsi une stratification de ce condensat aux faibles charges de  
l'échangeur.

La chambre 19 de sortie du faisceau de tubes baïonnette est reliée  
20 au récipient de recueil des condensats du faisceau de tubes en U par un conduit en U 18, si la dénivellation disponible est suffisante pour compenser la perte de charge dans le faisceau de tubes baïonnette. Dans le cas contraire, les condensats sont évacués vers un récipient de  
25 recette à plus faible pression comportant un moyen de contrôle du débit. Un conduit 19A assure l'évacuation des gaz incondensables.

Le dispositif représenté en figure 2 est analogue à celui de la figure 1, à la seule exception que la tête du faisceau de tubes  
30 baïonnette est externe à la chambre d'évacuation du faisceau de tubes en U. Elle est reliée à cette chambre par un conduit 20.

Dans l'extrémité d'échangeur représentée en figure 3, le faisceau de tubes en U 21 comporte quatre passes, et le faisceau de tubes  
baïonnette est disposé à l'intérieur des boucles des tubes assurant les 3ème et 4ème passes. La vapeur de chauffe passe de la chambre d'admission  
35 22 dans les tubes 24, assurant les 1e et 2ème passes. Elle revient

par la chambre 23 à l'admission des tubes 26, assurant les 3ème et 4ème passes. Le mélange d'eau et de vapeur non encore condensé sortant de ces tubes pénètre dans la chambre interne intermédiaire 28 d'admission dans le faisceau de tubes baïonnette tels que 9, 10. Il passe dans les tubes internes tels que 12 de ces tubes baïonnette, puis ressort par les espaces annulaires tels que 13. Il en ressort complètement condensé dans une chambre interne d'évacuation 19, puis est évacué par l'orifice 29 et un conduit en U 18 au récipient de recette des condensats, non représenté sur cette figure, si la dénivellation disponible est suffisante pour compenser la perte de charge dans les 3ème et 4ème passes et les tubes baïonnette. Dans le cas contraire, les condensats sont évacués vers un récipient à plus faible pression par un conduit muni d'un moyen de contrôle du débit. L'évent 19A relié à la partie supérieure de la chambre 19 permet l'évacuation des gaz incondensables. Un petit orifice 25 assure la recharge de la boîte 28 à l'arrêt.

Le faisceau de tubes baïonnette est dans ce cas en contact avec de la vapeur de cycle déjà surchauffée au contact des 2ème et 4ème passes d'échange des tubes en U.

Son rôle essentiel dans cette disposition est de condenser la vapeur subsistant à la sortie des 3ème et 4ème passes d'échange. Du fait de sa position au centre des tubes des 3ème et 4ème passes, l'écart moyen de températures entre le condensat et la vapeur à surchauffer est le même pour les tubes des 3ème et 4ème passes et le faisceau de tubes baïonnette, ce qui permet de maintenir un pourcentage de vapeur non condensée à la sortie de la 4ème passe sensiblement constant à toutes les allures de marche. Par ailleurs, l'encombrement de cette disposition est réduit, les tubes baïonnette se logeant aisément entre les branches des U formées par les tubes assurant les 3ème et 4ème passes.

Dans l'extrémité d'échangeur représentée en figure 4, le faisceau de tubes baïonnette est externe au faisceau de tubes en U. Les avantages de la disposition sous le faisceau de tubes en U sont les mêmes que ceux de la disposition des figures 1 et 2, à savoir : vaporiser l'eau résiduelle de la vapeur de cycle, échanger une proportion importante de l'apport total de chaleur augmentant avec les faibles charges et les régimes transitoires, ce qui assure une proportion de vapeur non

condensée à la sortie de tous les tubes en U. Cette disposition est préférable à la disposition de la figure 3 lorsque les 3ème et 4ème passes n'assurent pas à elles seules une proportion de vapeur non nulle à la sortie de tous les tubes de la 2ème passe. Le mélange d'eau et de vapeur recueilli dans une chambre 30 à la sortie de la 4ème passe des tubes en U, est dirigé par un orifice 31 et un conduit 32 vers la chambre 28 d'admission dans les tubes baïonnette, dont un seul a été représenté.

Le faisceau de tubes baïonnette représenté séparé sur la figure 4 peut pour des raisons de construction et d'encombrement, être intégré dans la chambre d'évacuation des condensats de la 2ème passe, la chambre 30 étant reliée à la chambre 28 par une tuyauterie interne 32.

15

20

25

30

35

## REVENDEICATIONS

- 1/ Echangeur de chaleur comportant un faisceau de tubes en U (1, 21) autour desquels de la vapeur se surchauffe et à l'intérieur desquels se condense de la vapeur de chauffage, une chambre (4) d'admission de la vapeur de chauffage et une chambre (5) d'évacuation d'un condensat éventuellement mélangé de vapeur non condensée, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un faisceau de tubes baïonnette (9, 10) dont l'admission est reliée à la chambre d'évacuation du condensat, et dont l'évacuation (18) est séparée de celle de la chambre d'évacuation du condensat.
- 2/ Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le faisceau de tubes baïonnette est annexé à un faisceau de tubes en U à deux passes.
- 3/ Echangeur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'admission du faisceau de tubes baïonnette est disposée à l'intérieur de la chambre d'évacuation de faisceau de tubes en U à deux passes.
- 4/ Echangeur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'admission du faisceau de tubes baïonnette est séparée de la chambre d'évacuation du faisceau de tubes en U à deux passes, et reliée à cette chambre par un conduit (20, fig.2).
- 5/ Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le faisceau de tubes baïonnette est annexé à un faisceau de tubes en U à quatre passes (24, 25, 26, 27).
- 6/ Echangeur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le faisceau de tubes baïonnette est disposé à l'intérieur des boucles des tubes en U assurant les 3ème et 4ème passes (26, 27, fig.3).
- 7/ Echangeur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le faisceau de tubes baïonnette est disposé en amont du faisceau de tubes en U sur le trajet de la vapeur à surchauffer, son admission étant reliée à l'évacuation de la 4ème passe par un conduit (32, fig.4).
- 8/ Echangeur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'évacuation du faisceau de tubes baïonnette est reliée à un ballon de recueil des condensats de la chambre d'évacuation par un conduit en U (18) compensant la perte de charge supplémentaire dans les tubes baïonnette.

FIG.1

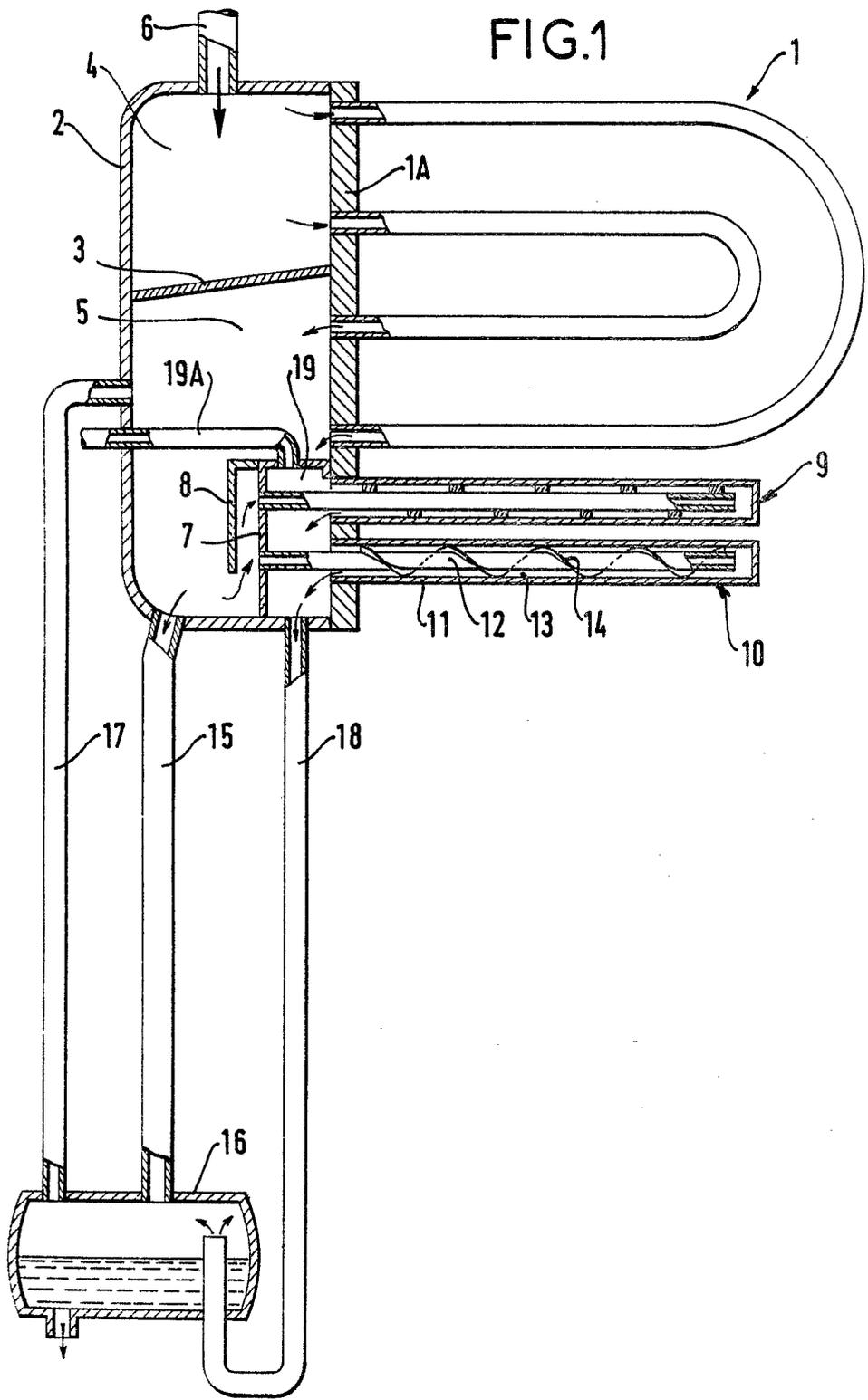


FIG.2

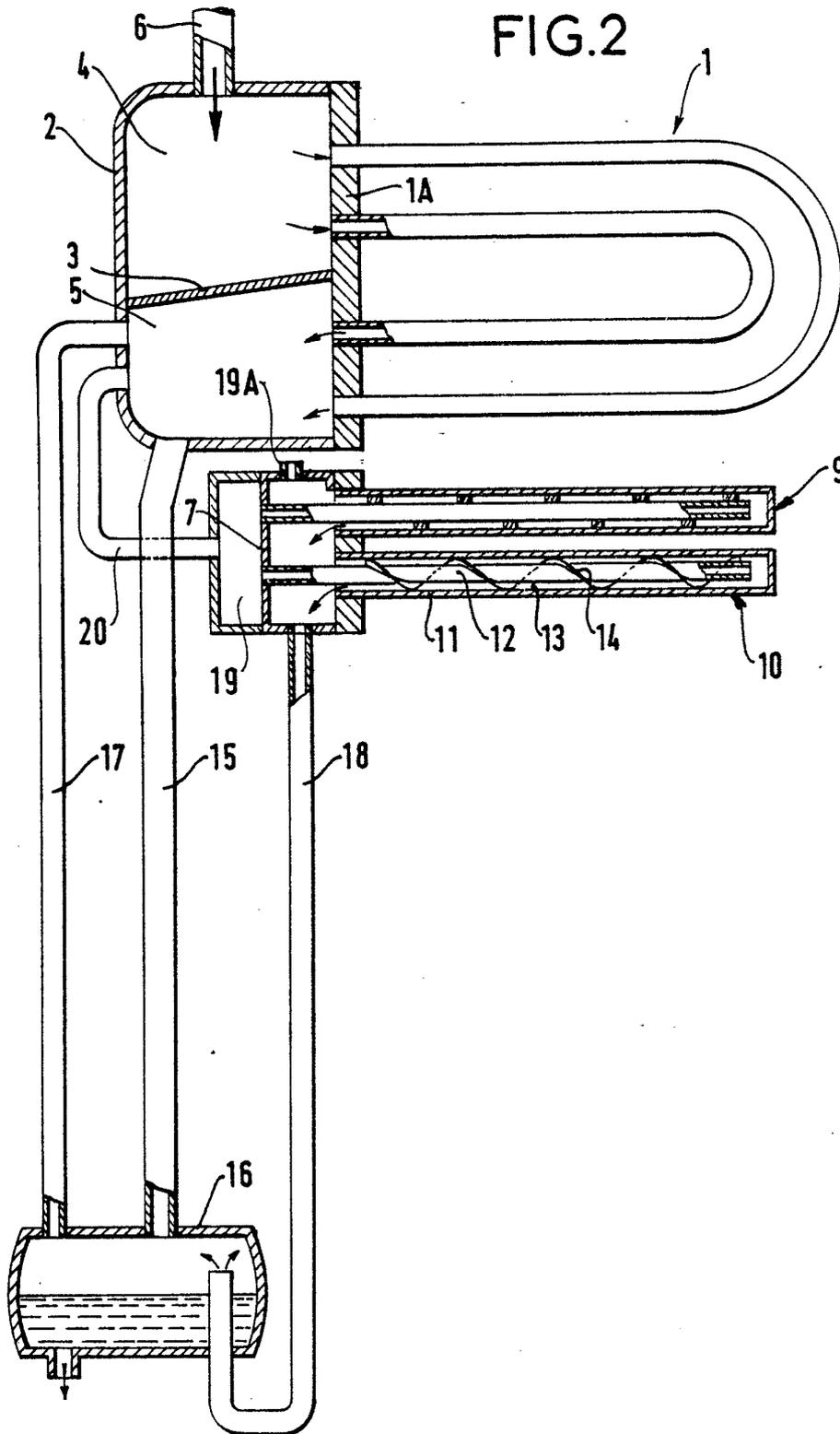


FIG.3

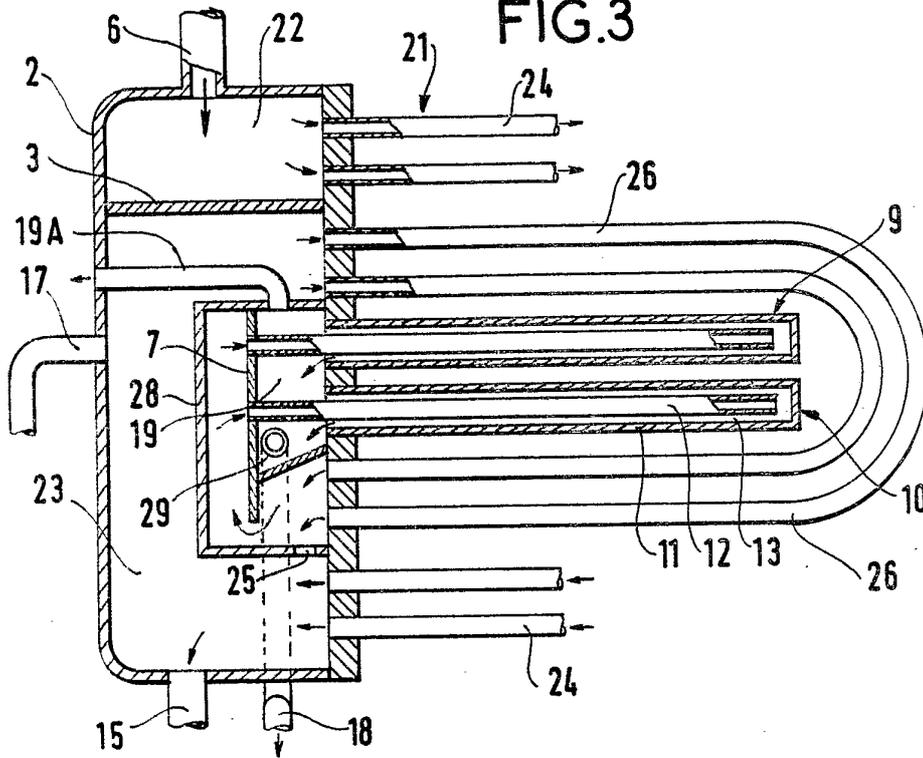


FIG.4

