

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL
ET SCIENTIFIQUE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE



①1 95.890

CERTIFICAT D'ADDITION A UN BREVET D'INVENTION

⑥1 Brevet principal n. 1.499.992, demandé le 25 mai 1966.

②1 N° du procès verbal de dépôt. 174.059 - Paris.
②2 Date de dépôt. 15 novembre 1968, à 17 h.
Date de l'arrêté de délivrance 4 octobre 1971.
④6 Date de publication de l'abrégé descriptif au
Bulletin Officiel de la Propriété Industrielle. 12 novembre 1971 (n. 45).
⑤1 Classification internationale. F 28 d 7/00//G 21 c; F 22 g.

⑤4 Élément d'échange thermique.

⑦2 Invention de :

⑦1 Déposant : LEGRAND Pierre, résidant en France.

Mandataire : Brevatome.

③0 Priorité conventionnelle :

③2 ③3 ③1 *Certificat d'addition dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11,
§7, de la loi du 5 juillet 1844, modifiée par la loi du 7 avril 1902.*

La présente addition a pour objet un élément d'échange thermique destiné notamment à la production de vapeur surchauffée par échange entre un fluide vaporisable et un fluide chauffant, circulant à contre-courant.

5 Comme le brevet principal, l'addition concerne plus précisément un élément d'échange thermique du type comportant un tube externe d'échange entre un fluide chauffant circulant à l'extérieur dudit tube (notamment un gaz) et un fluide vaporisable (généralement de l'eau), et une pièce interne d'obstruction, par exemple un tube, délimitant avec
10 ledit tube externe un espace annulaire dans lequel ledit fluide vaporisable est successivement réchauffé, puis vaporisé et éventuellement surchauffé.

On a décrit dans le brevet principal un tel élément d'échange thermique dans lequel un fil enroulé en hélice autour de la
15 pièce interne d'obstruction assure une circulation hélicoïdale du fluide vaporisable, avec un pas croissant d'une extrémité à l'autre de l'élément d'échange, à mesure de l'expansion du fluide vaporisable qui passe de l'état liquide à l'état vapeur en fonctionnement.

La présente addition apporte un perfectionnement à la
20 réalisation de ces éléments d'échange thermique. Tout en conservant les avantages des éléments antérieurs, et notamment la possibilité d'adaptation du pas de la circulation hélicoïdale du fluide vaporisable en fonction de son expansion, elle vise essentiellement à éviter les phénomènes d'instabilité que l'on déplore fréquemment dans ces éléments anté-
25 rieurs, phénomènes qui apparaissent plus particulièrement au niveau des zones de transition entre les trois parties successives de l'élément : l'économiseur où le fluide vaporisable est réchauffé à l'état liquide, le vaporiseur où ce fluide, en cours de vaporisation, est à l'état d'émulsion, et le surchauffeur où se produit la surchauffe du fluide
30 totalement à l'état vapeur.

Cette addition a pour objet un élément d'échange thermique tel que défini ci-dessus dans lequel le fil hélicoïdal de l'espace annulaire présente au moins trois pas différents dans les trois parties définies en fonctionnement de l'élément, soit respectivement un pas serré
35 dans l'économiseur, un grand pas dans le vaporiseur et un pas moyen dans le surchauffeur.

Selon une caractéristique de cet élément, le pas serré du fil hélicoïdal dans l'économiseur se prolonge sur une fraction du vaporiseur à la suite de l'économiseur.

40 Selon une autre caractéristique de l'élément avantageusement utilisé en combinaison avec le précédent, mais pouvant l'être également séparément, le fil hélicoïdal présente sur une fraction du

surchauffeur contre le vaporiseur, un pas supérieur audit pas moyen, au moins égal au grand pas du fil dans le vaporiseur.

Selon encore une autre caractéristique de l'élément, la pièce d'obstruction interne présente une section rétrécie dans une zone
5 de transition couvrant la fin du vaporiseur et le début du surchauffeur. Le fil hélicoïdal peut être éventuellement complètement supprimé sur cette zone de transition.

Pour faire mieux apparaître les caractéristiques essentielles et les principaux avantages de l'élément d'échange thermique objet
10 de l'addition, on en décrit ci-après un mode de réalisation particulier, choisi à titre d'exemple.

Naturellement cette description ne saurait avoir aucun caractère limitatif. Elle se réfère aux figures 1 à 4 jointes, dans lesquelles les figures 1, 2 et 3 illustrent trois variantes de réalisation
15 différentes, tandis que la figure 4 est une section de la figure 3 au niveau C.

L'élément d'échange thermique de la figure 1 est essentiellement constitué par un tube externe 1 et un tube interne 2 constituant la pièce d'obstruction. Les extrémités supérieure et inférieure du tube
20 interne 1 se terminent par des rétrécissements de raccordement à un collecteur d'alimentation en eau pour l'extrémité inférieure 3 et un collecteur de vapeur pour l'extrémité supérieure 4. Le tube externe 1 comporte sur sa surface extérieure des ailettes transversales qui augmentent la surface d'échange avec un gaz chaud circulant à l'extérieur de l'élément à contre
25 courant de l'eau et de la vapeur.

Dans l'espace annulaire 5 délimité par le tube externe 1 et le tube interne 2, un fil annulaire 6 est enroulé en hélice. Son diamètre est sensiblement égal à l'épaisseur de l'espace annulaire de sorte qu'il oblige l'eau ou la vapeur à circuler suivant une nappe hélicoïdale,
30 depuis le collecteur d'alimentation en eau jusqu'au collecteur de vapeur.

Le pas de ce fil hélicoïdal 6 n'est pas constant le long de l'élément. Afin de tenir compte de l'expansion du fluide vaporisable (eau), au cours de son échauffement, le fil 6 présente trois pas différentes dans les trois parties, économiseur, vaporiseur et surchauffeur,
35 définies en fonctionnement dans l'élément :

a) La partie A-B sur la figure 1, constitue l'économiseur ; l'eau y est préchauffée à l'état liquide par échange avec le gaz chaud. Dans cette partie, le pas du fil hélicoïdal est serré.

b) La partie B-C, qui constitue l'économiseur, contient une
40 émulsion d'eau et de vapeur en cours de vaporisation. Le fil hélicoïdal présente un grand pas dans cette partie.

c) La partie C-D constitue le surchauffeur où l'eau est à l'état de vapeur sèche. Le fil hélicoïdal y présente un pas moyen,

intermédiaire entre les pas respectifs du fil dans l'économiseur et dans le vaporiseur.

Dans un tel élément, une première zone d'instabilité apparaît au niveau B, au passage de l'économiseur au vaporiseur. A ce niveau, en effet, les premières bulles de vapeur formées, provoquent brusquement une augmentation accélérée du volume spécifique, plus importante que dans l'économiseur, et par conséquent une accélération brutale de la vitesse locale du fluide eau-vapeur. Cette discontinuité physique de fonctionnement se produit au niveau même de la discontinuité de construction correspondant au changement de pas du fil hélicoïdal. L'instabilité à ce niveau peut, en particulier, entraîner un déséquilibre entre des éléments adjacents identiques appartenant à un même faisceau d'échange.

Ces inconvénients sont évités dans la réalisation de la figure 2. Dans celle-ci, le pas serré du fil hélicoïdal dans l'économiseur est prolongé sur une fraction du vaporiseur jusqu'en B'.

Une deuxième zone d'instabilité existe au niveau C, au passage du vaporiseur au surchauffeur.

A ce niveau, en effet, l'émulsion lèche par moments une partie des parois du tube qui se trouve à une température nettement plus importante que dans le reste du vaporiseur, du fait de la variation brusque du coefficient d'échange du fluide vaporisable qui passe de l'état d'émulsion à celui de vapeur sèche. A chaque montée du niveau supérieur de l'émulsion, le taux de vaporisation se trouve brutalement augmenté par suite de la surface d'échange accrue et de la température plus importante de cette surface d'appoint.

Cette seconde zone d'instabilité présente les mêmes inconvénients que la première. Pour l'éviter, dans la réalisation de la figure 2, on a prolongé le grand pas du fil hélicoïdal dans le vaporiseur sur une fraction du surchauffeur, jusqu'en C'.

A titre d'exemple, un élément d'échange thermique conforme à la réalisation de la figure 2 peut être construite avec les caractéristiques suivantes (les proportions dimensionnelles ne sont pas respectées sur les figures : A-B = 3m - B-C = 5m - C-D = 2m.
B-B' = 10 à 40cm - C-C' = 20 à 80cm.

Pas du fil :

25mm de A à B' - 100mm de B' à C' - 50mm de C' à D.

Diamètre de l'élément est de l'ordre de 50mm.

Dans la variante de réalisation de la figure 3, l'élément d'échange thermique comporte une zone de transition C''-C' qui se caractérise par un rétrécissement du tube interne, augmentant la section de l'espace annulaire 5. Dans cette zone de transition, le tube interne peut même être réduit à une simple tige. L'augmentation de la capacité de l'espace annulaire dans cette zone de transition absorbe en partie le

volume de la vapeur brusquement produite par instants en fin de l'émulsion et d'étouffer ces "explosions" de vapeur.

Dans le cas particulier de la figure 3 et comme l'illustre également la figure 4, le rétrécissement du tube interne a été obtenu
5 par aboutissage en trois portées au moyen de trois masselottes B, avancées rapidement selon des génératrices du tube. Pour ne pas créer de tensions fortes dans le tube interne, en particulier aux extrémités de la zone de transition, ces masselottes se terminent en biseau à leurs extrémités.

A titre d'exemple, elles présentent une partie médiane droite
10 d'un mètre et deux biseaux, de 25 cm, le tout sans angle vif.

Dans le cas particulier représenté sur la figure 3, on a conservé le long de la zone de transition C"-C', le fil hélicoïdal 6 avec le même grand pas que dans le vaporiseur. Ceci facilite la fabrication de l'élément, le fil s'enroulant autour de la section trilobée
15 obtenue conformément à la figure 4. En variante, le fil hélicoïdal peut également présenter un pas encore plus grand au niveau de cette zone de transition ou être complètement supprimé.

Naturellement l'invention n'est nullement limitée aux réalisations particulières décrites ci-dessus à titre d'exemples. Elle en
20 englobe au contraire toutes les variantes.

RESUME

La présente addition a pour objet un élément d'échange thermique comportant un tube externe d'échange entre un fluide chauffant circulant à l'extérieur dudit tube (notamment un gaz) et un fluide vaporisable (généralement de l'eau), et une pièce interne d'obstruction,
25 par exemple un tube, délimitant avec ledit tube externe un espace annulaire dans lequel un fil enroulé en hélice autour de la pièce interne d'obstruction, assure une circulation hélicoïdale du fluide successivement dans trois parties successives de l'élément : un économiseur où le
30 fluide vaporisable est réchauffé à l'état liquide, un vaporiseur où ce fluide, en cours de vaporisation, est à l'état d'émulsion et un surchauffeur où se produit la surchauffe de la vapeur sèche.

L'élément selon la présente addition se caractérise essentiellement par les différents points suivants considérés séparément ou
35 en toute combinaison techniquement possible.

1.- Le fil hélicoïdal de l'espace annulaire présente au moins trois pas différents dans les trois parties définies en fonctionnement de l'élément, soit respectivement un pas serré dans l'économiseur, un grand pas dans le vaporiseur et un pas moyen dans le surchauffeur.
40

2.- Le pas serré du fil hélicoïdal dans l'économiseur se prolonge sur une fraction du vaporiseur à la suite de l'économiseur.

3.- Le fil hélicoïdal présente sur une fraction du surchauffeur contre le vaporisateur, un pas supérieur audit pas moyen, au moins égal au grand pas du fil dans le vaporisateur.

4.- La pièce d'obstruction interne présente une section rétrécie dans une zone de transition couvrant la fin du vaporisateur et le début du surchauffeur. Le fil hélicoïdal peut être, éventuellement, complètement supprimé sur cette zone de transition.

5.- La pièce d'obstruction présente une section à lobes au niveau de ladite zone de transition.

6.- Le fil hélicoïdal est éventuellement supprimé au niveau de ladite zone de transition.

95890

M_c

Brevet N^o

pl:Unique

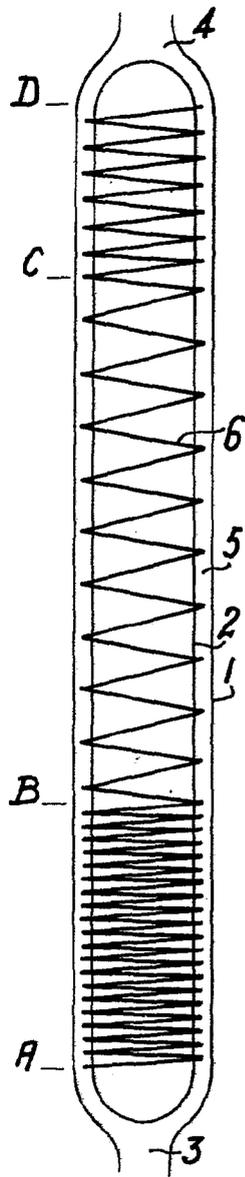


FIG. 1

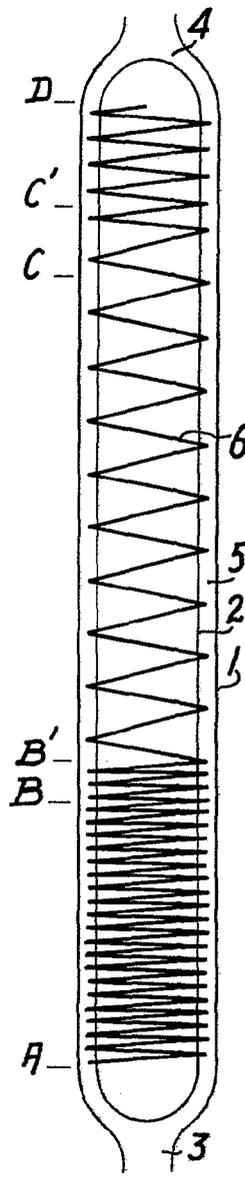


FIG. 2

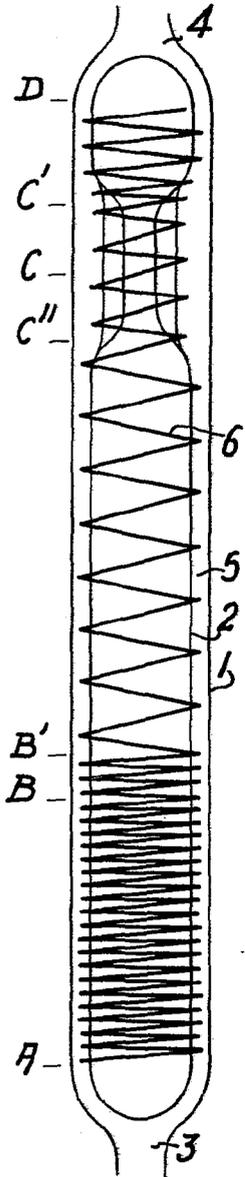


FIG. 3

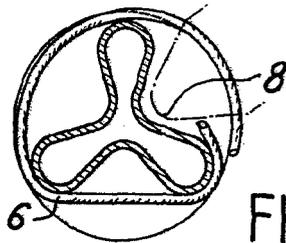


FIG. 4