



(12)

## NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du nouveau fascicule du brevet : **28.04.93 Bulletin 93/17**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **F28D 7/02, // F25B39/00**

(21) Numéro de dépôt : **84440006.9**

(22) Date de dépôt : **23.02.84**

---

(54) **Echangeur de chaleur à tuyaux.**

---

(30) Priorité : **24.02.83 FR 8303202**

(56) Documents cités :

**FR-A- 1 321 766**

**FR-A- 1 523 810**

**FR-E- 82 652**

**US-A- 1 091 369**

**W.H.SCHOLZ, "Gewickelte Rohrwärmetauscher", Linde, Berichte aus Technik und Wissenschaft, 33, Mai 1973, pages 34-39**

(43) Date de publication de la demande :  
**05.09.84 Bulletin 84/36**

(73) Titulaire : **Zündel, Daniel**  
**20, rue de la Herse**  
**F-68000 Colmar (FR)**

(45) Mention de la délivrance du brevet :  
**07.01.88 Bulletin 88/01**

(72) Inventeur : **Zündel, Daniel**  
**20, rue de la Herse**  
**F-68000 Colmar (FR)**

(45) Mention de la décision concernant l'opposition :  
**28.04.93 Bulletin 93/17**

(74) Mandataire : **Nuss, Pierre**  
**10, rue Jacques Kablé**  
**F-67080 Strasbourg Cédex (FR)**

(84) Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

(56) Documents cités :  
**DE-A- 2 736 489**  
**FR-A- 1 251 229**

## Description

La présente invention concerne le domaine de la construction des machines thermiques, en particulier des pompes de chaleur, et a pour objet un échangeur de chaleur à tuyaux.

Les échangeurs de chaleur existant actuellement, du type condenseur ou évaporateur, sont généralement constitués par un serpentin disposé dans une chambre d'échange de chaleur, dans laquelle le serpentin transmet l'énergie calorifique ou frigorifique qu'il transporte au fluide en changement d'état, qui l'environne.

Toutefois, dans ces échangeurs connus les pertes de charge dans les circuits primaire et secondaire sont sensibles et ces échangeurs nécessitent un dimensionnement important pour permettre un bon rendement calorifique, ce dimensionnement se répercutant entièrement en hausse sur le prix de revient de tels échangeurs.

Il a été proposé d'obvier à ces inconvénients par la réalisation d'un échangeur de chaleur constitué par un enroulement en spirale d'une nappe de tuyaux jointifs disposée dans une chambre annulaire délimitée par un tube intérieur formant le noyau de l'enroulement, et par un tube extérieur enveloppant l'enroulement.

Cependant, un tel échangeur ne permet pas des débits et des pertes de charges uniformes dans les tuyaux le constituant du fait de la différence de longueur existant nécessairement entre les tuyaux intérieurs et les tuyaux extérieurs, de sorte que son rendement thermique est également affecté.

On connaît également, par DE-A-2 736 489, un échangeur de chaleur comportant des tuyaux de longueurs sensiblement égales, et de même diamètre, qui sont enroulés en boudins concentriques autour d'un noyau et dans un seul sens d'enroulement. Les tuyaux de ces boudins ne sont cependant pas jointifs, mais sont reliés à un grillage intermédiaire servant, en outre, à l'échange de chaleur.

En outre, dans DE-A-2 736 489, les intervalles entre les tuyaux des différents enroulements concentriques de boudins, sont variables, de sorte que les caractéristiques de circulation du fluide de chauffage ne sont pas identiques en tous points de l'échangeur.

Il est également connu, par FR-A-1 523 810 un échangeur thermique constitué par des enroulements concentriques non jointifs de boudins de tuyaux.

Dans un tel échangeur, la circulation du fluide en changement d'état à l'extérieur des tuyaux s'effectue quasiment de manière verticale du fait de la disposition même des boudins concentriques non jointifs.

Un tel mode de réalisation ne permet cependant pas l'obtention d'un effet thermodynamique optimal.

En outre, FR-A-1 523 810 décrit une réalisation avec des tuyaux de longueurs relativement importan-

tes, ne permettant pas une libre expansion axiale en cas de gel accidentel, lors d'une utilisation de l'échangeur comme évaporateur.

Par ailleurs, on connaît par FR-A-1 321 766 un échangeur de chaleur, constitué par des enroulements en boudins concentriques de tuyaux, mais dont les tuyaux sont de longueurs inégales, ces boudins étant, en outre, maintenus à espacement régulier au moyen d'écarteurs.

Cet échangeur présente sensiblement les mêmes caractéristiques que celui objet de FR-A-1523 810 et présente les mêmes inconvénients que ce dernier.

On connaît, en outre, de la publication Scholz H., Linde Berichte aus Technik und Wissenschaft 33/1973, pages 34 à 39, un échangeur de chaleur conforme au préambule de la revendication.

On a, bien entendu, cherché à obtenir un échangeur dont les débits et les pertes de charge dans les tubes sont uniformisés, et c'est pourquoi cet échangeur de chaleur présente des tuyaux de longueur égale et de diamètre constant. Mais les spires d'un même boudin ne sont pas jointives et ne peuvent pas être jointives, pas plus que les boudins concentriques entre eux, car sinon les pertes de charge autour des tuyaux seraient trop importantes, de par la grande longueur des tuyaux qui entraîne forcément des spires à très faible pas, et donc une entrave à la circulation du fluide, quasi perpendiculaire à ces spires.

D'autre part, cet échangeur a besoin de longues boucles afin de réaliser la liaison entre les boudins et les plaques tubulaires, ceci pour obtenir un échangeur dont la longueur de tous les tuyaux est égale. Enfin, le diamètre des tuyaux est relativement élevé par rapport à l'épaisseur de paroi et leur longueur est importante.

On connaît, enfin, de US-A-1 091 369 un réchauffeur pour chaudière à vapeur présentant des débits différents dans les différents tubes. En outre, tous les tubes sont enroulés dans le même sens, ce qui augmente les pertes de charge dans le cas d'un fluide en changement d'état.

Le problème posé par l'invention consiste donc à réaliser un échangeur compact, sans que cette compacité ait une influence négative, d'une part, sur le rendement thermique et, d'autre part, sur les pertes de charge. En outre, on recherche une sécurité en cas de gel accidentel.

A cet effet, l'invention a pour objet un échangeur de chaleur à tuyaux, essentiellement constitué par des tuyaux disposés dans une chambre annulaire formée par un noyau et par une enveloppe extérieure, les tuyaux de la chambre annulaire présentant tous des longueurs égales, étant enroulés en forme de boudins concentriques autour du noyau et dont les spires sont enroulées de manière inverse, alternée, chaque boudin étant constitué d'un ou de plusieurs tuyaux enroulés sur une même génératrice, le nom-

bre de tuyaux augmentant avec le diamètre d'enroulement du boudin, lesdits tuyaux étant constitués pour ne présenter ni angle mort, ni changement de diamètre, sur le parcours en contact avec le fluide en changement d'état, leurs extrémités débouchant dans le tube suivant une direction parallèle à ce tube et à la direction d'écoulement du liquide à l'entrée et à la sortie de l'échangeur, les boudins étant enroulés suivant des pas différents, les spires des boudins étant jointives, ou pratiquement jointives, et ne laissant subsister qu'un espace minimum pour le passage du fluide en changement d'état à réchauffer ou à refroidir, caractérisé en ce que les boudins concentriques sont jointifs, en ce que les tuyaux présentent un diamètre et une longueur permettant des vitesses d'écoulement rapides, et un diamètre inférieur à six fois leur épaisseur de parois, et leurs extrémités débouchent, par l'intermédiaire de coudes courts, d'un rayon intérieur environ égal à 1,25 diamètre, à l'extérieur de la chambre annulaire dans le tube d'écoulement du fluide.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description ci-après, qui se rapporte à un mode de réalisation préféré, donné à titre d'exemple non limitatif, et expliqué avec référence au dessin schématique annexé, dont la figure unique est une vue partiellement arrachée, et partiellement en coupe d'un échangeur conforme à l'invention.

La figure du dessin annexé, montre à titre d'exemple, l'échangeur de chaleur conforme à l'invention, qui est essentiellement constitué par des tuyaux 1 disposés dans une chambre annulaire 2 formée par un noyau 3 et par une enveloppe extérieure 4. Les tuyaux de cet échangeur présentent tous des longueurs identiques et sont enroulés autour du noyau 3 en forme de boudins concentriques jointifs qui présentent des pas différents, et qui sont enroulés de manière inverse alternée. Ces boudins sont constitués chacun d'un ou de plusieurs tuyaux 1 enroulés sur une même génératrice, et le nombre des tuyaux 1 est fonction du diamètre d'enroulement du boudin, et augmente avec ledit diamètre.

Les spires des boudins ainsi enroulés sont jointives, ou pratiquement jointives, de manière à ne laisser subsister qu'un espace minimum pour le passage du fluide en changement d'état à réchauffer ou à refroidir, tout en offrant une surface d'échange maximale.

Les tuyaux 1 sont avantageusement en grand nombre et présentent un diamètre et une longueur relativement faibles, permettant, même à de faibles débits, des vitesses d'écoulement relativement rapides ayant pour effet un bon échange de chaleur. Le passage du liquide dans des tuyaux 1 de faible diamètre permet une augmentation de la surface d'échange pour un débit donné, de sorte que le rendement thermique de l'échangeur est amélioré par rapport à un échangeur comportant un petit nombre de grands

tuyaux.

La prévision de tuyaux 1 présentant tous une longueur identique permet, en outre, une uniformisation des débits et des pertes de charge dans lesdits tuyaux.

Le mode de réalisation conforme à l'invention assure donc un changement de température du liquide identique pour les tuyaux, qui est très important du point de vue thermodynamique.

Du fait de la disposition concentrique et jointive des boudins de tuyaux 1 et de l'enroulement jointif de ces derniers sur chaque boudin, l'espace libre 5 entre les tuyaux 5 dans la chambre annulaire 2 est réduit à un minimum, qui est suffisant pour absorber les débits massiques relativement faibles du fluide en changement d'état dans l'évaporateur ou le condenseur, ces débits étant beaucoup plus faibles que ceux du liquide circulant dans les tuyaux 1 et avec lesquels s'effectue l'échange de chaleur.

En outre, dans le cas d'utilisation de l'échangeur selon l'invention sous forme d'un évaporateur, dont la position privilégiée est la position verticale, le liquide en ébullition est dans la partie inférieure et les vapeurs sont évacuées dans la partie supérieure. Dans les circuits frigorifiques, le fluide soumis au changement d'état entraîne généralement une partie de l'huile de lubrification du compresseur, qui doit donc être ramenée en permanence à ce dernier. Cependant, dans les évaporateurs connus, le mélange huile - fluide frigorifique est soumis à une distillation à la suite de laquelle l'huile non volatile a tendance à rester et à s'accumuler dans la partie inférieure de l'évaporateur.

L'invention permet d'éviter cette accumulation grâce à la réduction du volume disponible de la chambre annulaire 2, qui a pour effet d'entraîner un cheminement vertical forcé de l'huile sous forme de gouttelettes ou de brouillard entraînés par les vapeurs, qui évoluent à des vitesses relativement élevées.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les tuyaux 1 présentent un diamètre inférieur à six fois leur épaisseur de paroi, et sont constitués pour ne présenter ni angle mort ni changement de diamètre, sur le parcours en contact avec le fluide en changement d'état, et leurs extrémités débouchent, par l'intermédiaire de coudes courts 7 d'un rayon intérieur environ égal à 1,25 diamètre, à l'extérieur de la chambre annulaire 2 dans le tube 6 d'écoulement du fluide, suivant une direction parallèle à ce tube et à la direction d'écoulement du liquide à l'entrée et à la sortie de l'échangeur.

Un tel mode de réalisation permet d'éviter, en cas de gel accidentel du liquide dans les tuyaux 1, une destruction de ces derniers, les tuyaux 1 résistant à la pression et le cordon de liquide gelé se dilatant axialement.

L'échangeur conforme à l'invention est plus particulièrement destiné à être utilisé dans des machines

frigorifiques sous forme d'évaporateur ou de condenseur, dans lequel l'échange de chaleur s'effectue entre un liquide circulant dans les tuyaux 1 et un fluide en changement d'état traversant l'espace annulaire 3.

### Revendications

1. Echangeur de chaleur à tuyaux, essentiellement constitué par des tuyaux (1) disposés dans une chambre annulaire (2) formée par un noyau (3) et par une enveloppe extérieure (4), les tuyaux (1) de la chambre annulaire (2) présentant tous des longueurs égales, étant enroulés en forme de boudins concentriques autour du noyau (3) et dont les spires sont enroulées de manière inverse, alternée, chaque boudin étant constitué d'un ou de plusieurs tuyaux (1) enroulés sur une même génératrice, le nombre de tuyaux (1) augmentant avec le diamètre d'enroulement du boudin, lesdits tuyaux étant constitués pour ne présenter ni angle mort, ni changement de diamètre, sur le parcours en contact avec le fluide en changement d'état, leurs extrémités débouchant dans le tube (6) suivant une direction parallèle à ce tube et à la direction d'écoulement du liquide à l'entrée et à la sortie de l'échangeur, les boudins étant enroulés suivant des pas différents, les spires des boudins étant jointives, ou pratiquement jointives, et ne laissant subsister qu'un espace minimum pour le passage du fluide en changement d'état à réchauffer ou à refroidir, caractérisé en ce que les boudins concentriques sont jointifs, en ce que les tuyaux (1) présentent un diamètre et une longueur permettant des vitesses d'écoulement rapides, et un diamètre inférieur à six fois leur épaisseur de parois, et leurs extrémités débouchent, par l'intermédiaire de coudes courts (7), d'un rayon intérieur environ égal à 1,25 diamètre, à l'extérieur de la chambre annulaire (2) dans le tube (6) d'écoulement du fluide.

### Patentansprüche

1. Röhrenwärmetauscher, im wesentlichen bestehend aus Röhren (1), die in einer ringförmigen, aus einem Kern (3) und einem Außenmantel (4) gebildeten, ringförmigen Kammer (2) angeordnet sind, wobei die alle die gleiche Länge aufweisenden Röhren (1) der ringförmigen Kammer (2) um den Kern (3) als konzentrische Spiralen gerollt sind und deren Windungen abwechselnd umgekehrt eingerollt sind, jede Spire aus einer oder mehreren, auf einer gleichen Mantellinie aufgerollten Röhren (1) besteht, wobei sich die Anzahl der Röhren (1) mit dem Wickeldurchmesser der Spire erhöht, diese Röhren so gestaltet sind,

daß sie weder einen toten Winkel, noch eine Änderung des Durchmessers auf der Kontaktstrecke mit dem Fluid bei der Zustandsänderung aufweisen, ihre Enden im Rohr (6) entsprechend einer zu diesem Rohr parallelen Richtung und zur Abflußrichtung der Flüssigkeit am Eingang und Ausgang des Wärmetauschers münden, die Spiralen nach verschiedenen Steighöhen entwickelt sind, die Spiralwindungen nebeneinander oder praktisch nebeneinander liegen, und nur einen minimalen Zwischenraum für den Durchfluß des Fluides bei der Zustandsänderung des Erwärmens oder Abkühlens lassen, dadurch gekennzeichnet, daß die konzentrischen Spiralen nebeneinander liegen, daß die Röhren (1) einen Durchmesser und eine Länge aufweisen, die schnelle Durchflußgeschwindigkeiten ermöglichen, und einen Durchmesser, der geringer ist als ihre sechsfache Wanddicke, und ihre Enden über kurze Krümmer (7), mit einem Innenradius ungefähr gleich 1,25 Durchmesser, außerhalb der ringförmigen Kammer (2) in dem Fluidabflußrohr (6) münden.

### Claims

1. A tubular heat exchanger, essentially consisting of tubes (1) disposed in an annular chamber (2) formed by a core (3) and by an outer casing (4), the tubes (1) of the annular chamber (2) all being of equal length and being coiled round the core (3) in the form of concentric coils and of which the turns are coiled alternately in an opposite manner, each coil consisting of one or more tubes (1) coiled over one and the same generatrix, the number of tubes (1) increasing with the coiling diameter of the coil, the said tubes being constituted so as not to have any dead angles nor changes in diameter over the length in contact with the fluid changing state, their ends opening in the pipe (6) in a direction parallel to this pipe and to the direction of flow of the liquid at the inlet and at the outlet of the exchanger, the coils being coiled with different pitches, the turns of the coils being contiguous, or substantially contiguous, and only leaving a minimum space for the passage of the fluid changing state which is to be heated or cooled, characterised in that the concentric coils are contiguous, in that the tubes (1) have a diameter and a length permitting rapid rates of flow and a diameter less than six times the thickness of their walls and their ends open, by means of short bends (7), having an internal radius equal to about 1.25 diameter, outside the annular chamber (2) into the pipe (6) for the fluid.

