

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 730 131 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

04.09.1996 Bulletin 1996/36(51) Int Cl.⁶: **F28D 5/02**(21) Numéro de dépôt: **96490012.0**(22) Date de dépôt: **23.02.1996**

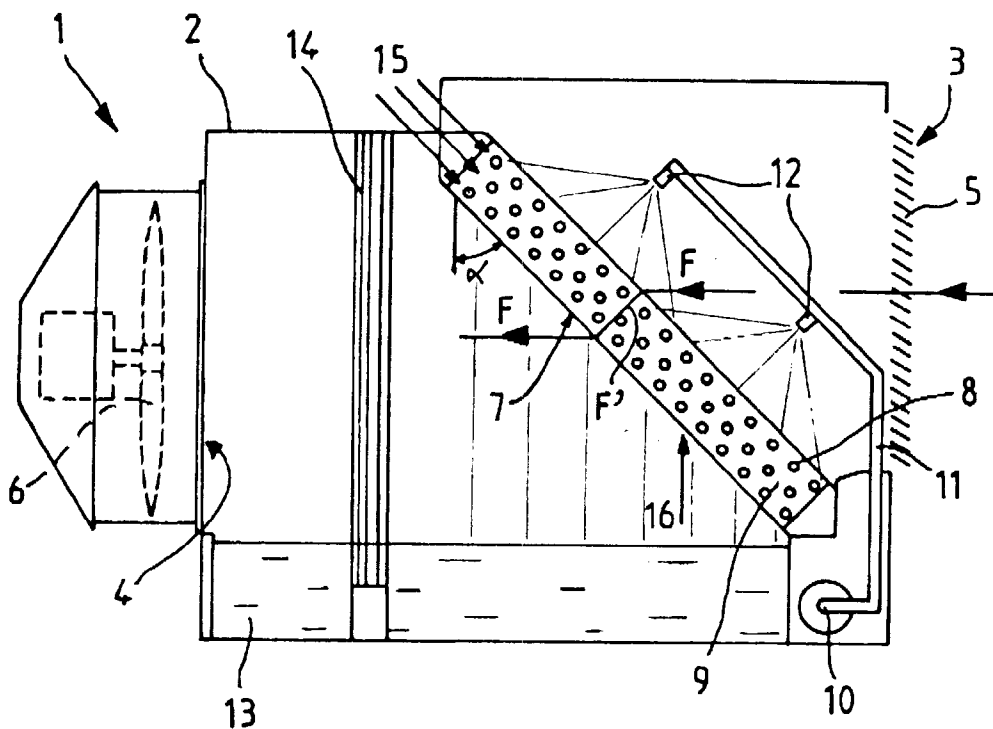
(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI NL PT SE(72) Inventeur: **Lemaire, Didier****F-62138 Billy Berceau (FR)**(30) Priorité: **24.02.1995 EP 95490007**(74) Mandataire: **Hennion, Jean-Claude et al****Cabinet Beau de Loménie,
37, rue du Vieux Faubourg
59800 Lille (FR)**(71) Demandeur: **GEA-ERGE-SPIRALE ET SORAMAT
(S.A.)****F-62410 Wingles (FR)****(54) Dispositif de refroidissement d'un fluide ou de condensation d'une vapeur**

(57) Le dispositif de refroidissement d'un fluide ou de condensation d'une vapeur selon l'invention comprend un échangeur de chaleur (7) dont la batterie de tubes (8) à ailettes transversales est inclinée d'un angle (α) de 5 à 60° et par rapport à la verticale, des buses de pulvérisation (12) disposées au-dessus de l'échan-

geur (7) et des moyens de formation d'un flux gazeux ayant une direction (F) sensiblement horizontale, en sorte que ledit flux traverse d'abord le liquide auxiliaire pulvérisé avant de pénétrer dans l'échangeur (7)

De préférence les tubes (8) de l'échangeur sont pourvus d'ailettes internes de faible hauteur de 0,2 à 0,3mm.

**FIG. 1**

Description

La présente invention concerne un dispositif échangeur de chaleur et plus particulièrement de refroidissement d'un fluide, généralement liquide, ou de condensation d'une vapeur. Elle concerne plus précisément un dispositif de refroidissement ou de condensation dans lequel l'échange est réalisé par l'air atmosphérique ventilé mécaniquement.

Dans le domaine des échangeurs de chaleur, on rencontre deux technologies distinctes. Selon la première technologie, dite sèche, la fonction d'échange est réalisée par de l'air atmosphérique ventilé mécaniquement; le dispositif correspondant est un aéroréfrigérant. Selon la seconde technologie, dite humide, on arrose la surface d'échange de sorte que la chaleur du fluide primaire réalise à la fois le réchauffement de l'air environnant et l'évaporation d'une partie de l'eau d'arrosage. Le dispositif consiste dans ce qui est communément dénommé une tour de refroidissement à circuit fermé.

Dans le document FR.2.279.048 on a déjà proposé de combiner ces deux technologies dans le même dispositif. Selon ce document, l'échangeur de chaleur est composé d'une batterie de tubes à ailettes transversales; des buses de pulvérisation arrosent la surface externe des tubes et des ailettes à l'aide d'un liquide auxiliaire; des moyens sont prévus pour assurer une circulation naturelle ou forcée d'un flux gazeux à travers l'échangeur.

Deux exemples de réalisation sont proposés dans ce document FR.2.279.048. Selon le premier exemple la batterie de tubes consiste en un jeu de deux alignements de tubes, lesdits alignements étant disposés horizontalement, les buses de pulvérisation sont placées au-dessus desdits tubes projetant le liquide auxiliaire de haut en bas, tandis que le flux gazeux rentre dans le dispositif par les flancs latéraux et inférieurs de celui-ci, pénètre dans l'échangeur à contre courant par rapport à la direction du liquide auxiliaire pulvérisé.

Selon le demandeur ce premier mode de réalisation présente l'inconvénient que le flux d'air se trouve contrarié par la présence, à contre courant, du liquide auxiliaire pulvérisé. Ceci a pour effet d'augmenter la perte de charge et nécessite de diminuer la vitesse de passage de l'air.

Dans le second exemple de réalisation, les deux alignements des tubes de l'échangeur de chaleur sont disposés verticalement, le long d'entrées latérales, ménagées dans les parties basses du dispositif. Les buses de pulvérisation sont disposées en regard de l'échangeur et en amont de celui-ci par rapport à la direction du flux gazeux. Ce flux gazeux qui entre dans le dispositif par ses ouvertures latérales remonte vers la partie supérieure de celui-ci.

Selon le demandeur ce second mode de réalisation présente comme inconvénient que la répartition du liquide auxiliaire qui est pulvérisé sur les tubes de l'échangeur présente une très grande hétérogénéité se-

lon la position de chaque tube. En effet les tubes qui se trouvent dans la partie haute de l'échangeur sont arrosés exclusivement du liquide auxiliaire provenant des buses immédiatement en regard; par contre les tubes disposés dans la partie basse sont arrosés non seulement par le liquide provenant des buses immédiatement en regard mais également par le liquide s'écoulant naturellement des tubes disposés au-dessus.

Il est vraisemblable que ce sont ces inconvénients qui sont à l'origine du fait que le procédé décrit dans ce document FR.2.279.048 qui combine ces deux technologies n'a, à la connaissance du demandeur, jamais été appliqué industriellement.

Le but que s'est fixé le demandeur est de proposer un dispositif de refroidissement d'un fluide ou de condensation d'une vapeur, qui réalise cette combinaison tout en palliant les inconvénients précités.

Ce but est parfaitement atteint par le dispositif de l'invention qui de manière connue comprend un échangeur de chaleur composé d'une batterie de tubes parallèles et à ailettes transversales, des buses pour la pulvérisation d'un liquide auxiliaire sur la surface externe des tubes et des ailettes, et des moyens mécaniques de formation d'un flux gazeux.

De manière caractéristique, la batterie de tubes de l'échangeur est inclinée d'un angle α de 5 à 60° par rapport à la verticale, les buses de pulvérisation étant disposées au-dessus de l'échangeur et le flux gazeux ayant une direction sensiblement horizontale, en sorte de traverser d'abord le liquide auxiliaire pulvérisé avant de pénétrer dans l'échangeur.

L'ensemble de ces caractéristiques permet de pallier les inconvénients des deux exemples précités du dispositif décrit dans le document FR.2.279.048.

Certes le document FR.A.2 096 556 décrit un échangeur de chaleur à évaporation du type indirect dans lequel le faisceau tubulaire présente une légère inclinaison, mais il s'agit d'un échangeur qui diffère profondément de celui de l'invention. Il ne dispose pas de moyens mécaniques de formation de flux gazeux, ce dernier étant créé par la projection d'air dans le conduit de forme divergente de l'échangeur; le débit d'air est fonction du débit d'eau injecté dans l'échangeur. Les tubes sont lisses et non à ailettes transversales. L'inclinaison du faisceau tubulaire est destinée à faire en sorte que le faisceau soit complètement mouillé sur toute sa surface et sur toute sa profondeur.

Dans le cas présent, les ailettes transversales sont dans des plans verticaux. Le film liquide créé sur les faces de chaque ailette, non évaporé, s'écoule et, grâce à l'inclinaison d'angle α selon l'invention, ne s'accumule pas sur les tubes en partie basse mais tombe en gouttes en dehors du faisceau.

Il est cependant à noter qu'un angle α élevé, compris entre 30 et 60° présente l'inconvénient d'augmenter les pertes de charge, du fait de la déviation du flux d'air dans le faisceau tubulaire, comme cela sera expliqué dans l'exemple décrit. Il est donc préférable de viser un

angle α de plus faible valeur, compris entre 5 et 30 ou 35 °.

Dans ce cas, il est nécessaire que les conditions de pulvérisation soient telles que le diamètre moyen des gouttes pulvérisées soit inférieur à 120 micromètres. Les gouttes de plus faibles dimensions présentant une mouillabilité plus élevée et il est possible d'obtenir un film continu, homogène de plus faible épaisseur sur la surface d'échange de l'échangeur, ce qui limite la quantité de liquide qui s'égoutte. L'épaisseur du film pour un meilleur rendement de l'échange doit être le plus faible possible. Dans les conditions particulières ci-dessus, la quantité de liquide évaporée par rapport à la quantité pulvérisée est augmentée étant, de l'ordre de 10 à 20 %, ce qui présente comme avantage incident de limiter les traitements subséquents de liquide à recycler.

Avantageusement chaque buse de pulvérisation est une buse à projection pyramidale, qui est dirigée perpendiculairement à la direction générale de la batterie de tubes, la disposition des buses de pulvérisation étant déterminée en sorte de réaliser une projection homogène du liquide auxiliaire sur toute la surface de l'échangeur.

La densité du liquide auxiliaire projeté varie suivant le pas des ailettes transversales et suivant l'épaisseur du film liquide qui est souhaitée en surface de ces ailettes transversales. Il faut de plus que le film liquide soit homogène sur toute la surface d'échange. L'état de surface des ailettes, des tubes, et la qualité du liquide sont des paramètres qui influent sur l'épaisseur du film et donc sur la densité du liquide auxiliaire. Avantageusement la densité du liquide auxiliaire projeté par les buses de pulvérisation est comprise entre 0,5 et 2,6 m³/h.m² de section frontale d'échangeur. On appelle section frontale d'échangeur la projection de la surface de l'échangeur dans le plan perpendiculaire à la direction du flux gazeux. Lorsque l'angle α est faible de 5 à 30 ou 35 °, avec des gouttes pulvérisées inférieures à 120 µm, la densité sera d'autant plus faible, entre 0,5 et 1 m³/h.m² de section frontale d'échangeur. Dans une version préférée, l'inclinaison du faisceau des tubes est telle qu'une des diagonales de chaque ailette transversale est sensiblement verticale. Etant donné que la répartition des tubes sur une ailette donnée est une répartition symétrique par rapport à une telle diagonale, cette disposition particulière permet un écoulement du film liquide sur les deux faces de chaque ailette qui soit également réparti, ce qui contribue à l'homogénéité recherchée. Dans les constructions classiques de faisceaux tubulaires à ailettes transversales, la largeur et la hauteur de chaque ailette est telle que l'angle d'inclinaison α est alors compris entre 5 et 35 °.

De préférence, les tubes de l'échangeur sont pourvus de moyens internes d'intensification de l'échange. Il peut s'agir notamment d'ailettes internes de faible hauteur, notamment de 0,2 à 0,3 mm. Il peut également s'agir d'une structure du type mèche fixée sur la paroi interne du tube, par exemple des fibres linéaires longi-

tudinales maintenues en place par des fils en hélice ou encore des mèches à entrelacement aléatoire ou encore des mèches constituées de tissu métallique.

Avantageusement les moyens de formation du flux gazeux consistent en un ventilateur hélicoïde avec moteur en bout d'arbre, la vitesse de l'air dans la section frontale de l'échangeur étant comprise entre 3,0 et 4,5 m/s.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va être faite d'un exemple préféré de réalisation du dispositif de refroidissement d'un fluide ou de condensation d'une vapeur à batterie d'échangeur inclinée, illustré dans le dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un dispositif,
- et la figure 2 est une vue schématique en coupe d'un échangeur.

Le dispositif 1 de refroidissement d'un fluide ou de condensation d'une vapeur utilise, pour la fonction d'échange, à la fois de l'air atmosphérique ventilé mécaniquement et un liquide auxiliaire s'évaporant partiellement au contact de la surface d'échange. Le dispositif 1 comprend une chambre 2 avec, pour le passage du flux d'air, une entrée 3 et une sortie 4 qui sont disposées à l'opposé l'une de l'autre de sorte que la direction générale du flux d'air ait une direction horizontale.

L'entrée 3 d'air est munie d'une grille à déflecteur 5 évitant l'introduction de particules solides à l'intérieur de la chambre 2.

La sortie d'air 4 est équipée, vers l'extérieur de la chambre 2, d'un moto-ventilateur 6 qui dans l'exemple illustré est un ventilateur hélicoïde.

Un échangeur de chaleur 7, à tubes 8 parallèles et munis d'ailettes transversales 9, est disposé obliquement à l'intérieur de la chambre 2, avec une inclinaison qui est comprise entre 5 et 60° par rapport à la verticale. Dans l'exemple illustré à la figure 1, cet angle α d'inclinaison est de 45°. La disposition de l'échangeur à l'intérieur de la chambre 2 est réalisée en sorte que tout le flux d'air entrant dans la chambre 2 passe obligatoirement à travers l'échangeur 7.

Le dispositif 1 est équipé d'un système d'arrosage comportant un groupe moto-pompe 10, des tuyauteries 11 et des buses de pulvérisation 12. Les buses de pulvérisation 12 sont disposées entre l'entrée 3 et l'échangeur 7 ; il s'agit de préférence de buses à pulvérisation pyramidale, qui sont disposées par dessus l'échangeur 7 en sorte d'assurer une projection homogène de gouttes sur celui-ci. Dans l'exemple illustré, on a représenté deux buses de pulvérisation, l'une assurant l'arrosage de la partie haute de l'échangeur tandis que l'autre assure l'arrosage de la partie basse, avec faible recouvrement entre les deux zones d'arrosage.

A la partie inférieure de la chambre 2 est prévu un bac 13 de rétention de l'eau d'arrosage, dans lequel

vient se déverser l'eau non évaporée après être passée à travers l'échangeur 7. Le groupe moto-pompe 10 vient s'alimenter à partir de l'eau contenue dans ce bac 13. Celui-ci est équipé d'un trop-plein, d'une vidange, d'un dispositif de régulation de niveau, d'une purge de dé-concentration, d'une arrivée d'eau d'appoint et éventuellement d'un dispositif anti-gel. Tous ces éléments ne sont pas représentés sur la figure.

Entre l'échangeur 7 et la sortie d'air 4 est prévu un séparateur de gouttes 14 faisant toute la section de la chambre 2, au niveau du passage du flux d'air.

L'échangeur de chaleur 7 est composé d'une batterie de tubes 8 parallèles et alignés suivant six ou huit rangées 15 (dont seulement trois sont représentées sur la figure 1 par souci de clarté). Les ailettes externes transversales 9 sont des ailettes plates continues pour toutes les rangées. Les tubes 8 des rangées sont disposés en quinconce, comme illustré aux figures.

Le fonctionnement du dispositif 1 est le suivant. L'air qui est aspiré par le ventilateur hélicoïde 4 pénètre par l'entrée 3, les éventuelles particules solides étant retenues par la grille 5, et sort du dispositif 1 par la sortie 4. Entre l'entrée 3 et la sortie 4, le flux d'air a une direction sensiblement horizontale (flèche F).

En amont de l'échangeur 7, le flux d'air traverse l'eau provenant des buses 12 de pulvérisation et se charge donc en humidité. Dans l'échangeur proprement dit, la direction du flux d'air est modifiée, conformément à la flèche F' portée sur la figure, le flux d'air étant alors perpendiculaire à la direction des rangées 15 de tubes 8. A la sortie de l'échangeur, le flux d'air reprend sa direction horizontale initiale.

Les gouttes pulvérisées par les buses 12 sur les ailettes externes 9 créent à la surface de celles-ci un film d'eau. L'échange de chaleur provoque une évaporation partielle de ce film d'eau. En pratique de l'ordre de 5 à 10% de l'eau pulvérisée est évaporée, le reste retombant dans le bac 13 de rétention est réinjecté, grâce au groupe moto-pompes 10 dans les buses de pulvérisation 12. L'eau ainsi évaporée est emportée avec le flux d'air vers la sortie 4.

En plus de l'évaporation proprement dite, le flux d'air qui est presque complètement ou complètement saturé en vapeur d'eau, véhicule des gouttelettes arrachées au film d'eau. Ces gouttelettes sont piégées par le séparateur 14 qui peut par exemple être constitué d'un ensemble de plaques juxtaposées et délimitant entre-elles des passages en chicanes. L'eau provenant du séparateur 14 retombe dans le bac 13.

Le fluide à refroidir ou la vapeur à condenser circule à l'intérieur des tubes 8 de l'échangeur. Il s'agit du fluide primaire. C'est ce fluide primaire qui grâce notamment aux ailettes externes va échanger sa chaleur avec d'une part le flux d'air et d'autre part l'eau pulvérisée. En fonctionnement continu, la température de l'eau pulvérisée s'établit à une valeur qui est comprise entre la température du flux primaire et la température de l'air. La température d'entrée du flux primaire doit être inférieure à

100°C, tandis que la température de sortie du même flux primaire peut au minimum être égale à la température humide d'entrée d'air plus de 3°C.

Par exemple, si l'on veut refroidir de l'eau glycolée à 30% depuis une température d'entrée de 35°C jusqu'à une température de sortie de 30°C, cela peut être réalisé avec de l'air à 30°C et 45% d'humidité relative, ce qui correspond à une température humide de 21°C.

Dans un autre exemple il est possible de condenser, également avec de l'air à 30°C et 45% d'humidité relative soit une température humide de 21°C, un gaz surchauffé qui entre dans l'échangeur à 70°C, se refroidit et se condense jusqu'à 32°C puis se condense complètement à température constante de 32°C. Et enfin la température du liquide condensé est encore abaissée de 3°C, ledit liquide sortant de l'échangeur à 29°C.

La quantité d'air nécessaire pour réaliser le refroidissement et/ou la condensation précitée est calculée en fonction de la puissance à dissiper et des températures d'entrée et de sortie du flux primaire. Grâce au dispositif de l'invention, il a été possible de travailler avec des vitesses d'air dans la section frontale de l'échangeur 7 comprise entre 3,0 et 4,5 m/s. Cette vitesse d'air correspond à des pertes de charge de l'ordre de 30 à 50mm de colonne d'eau de pression totale, ce qui permet d'utiliser un ventilateur hélicoïde. Dans le cas où la pression totale du ventilateur devrait être plus élevée, il serait possible d'utiliser un ventilateur centrifuge.

La quantité d'eau de pulvérisation est fonction de la surface totale des ailettes externes 9 et du pas, c'est-à-dire de l'intervalle séparant deux ailettes successives. Elle est également fonction de l'épaisseur de film d'eau qui est souhaitée. Dans des conditions normales de pulvérisation, le demandeur a constaté que la quantité d'eau de pulvérisation doit être comprise entre 0,8 et 2,6m³/h.m² de section frontale d'échangeur. Dans le cas où le système d'arrosage ne met pas en oeuvre de fluide porteur, notamment d'air comprimé, la pression d'eau au niveau des buses de pulvérisation 12 est comprise entre 0,5 et 7 bars.

Dans l'exemple précité de refroidissement d'eau glycolée à 30% d'une température d'entrée de 35°C et une température de sortie de 30°C, la vitesse de l'eau glycolée à l'intérieur de l'échangeur était de 2m/s pour un débit total de 100m³/h. Le débit d'air de refroidissement était de 19,2m³/s, l'air entrant à une température de 22,2°C et sortant à une température de 27,6°C. Après entrée dans l'échangeur, l'humidité relative de l'air était de 90%; à la sortie de l'échangeur elle était de 95%. La section frontale de passage d'air de l'échangeur était de 4,75m². Le débit de l'eau pulvérisée était de 10m³/h avec une consommation de 590kg/h. La puissance installée de deux groupes de ventilateurs hélicoïdes était de 15kW/.

Dans cet exemple de réalisation, on avait utilisé des tubes 8 munis d'ailettes internes, permettant d'améliorer sensiblement l'échange. Il s'agissait de tubes ayant un diamètre extérieur compris entre 6 et 25mm, avec des

aillettes de faible hauteur, allant de 0,2 à 0,3mm, en hélice à 20°, prises dans la masse lors de l'étirage du tube. Avec cette configuration, le rapport entre la surface d'échange extérieure et la surface d'échange intérieure était de 7,3.

Dans le second exemple illustré à la figure 2, l'échangeur comportait 160 tubes 8 répartis en huit rangées, légèrement décalées l'une par rapport à l'autre, de sorte que les tubes 8 sont disposés au pas triangulaire équilatéral. Chaque ailette transversale 9 est une plaque de forme rectangulaire de largeur l et de hauteur h . L'inclinaison d'angle α de l'échangeur 7 est choisie en sorte que la diagonale 16 passant par les sommets 17, 18 respectivement le plus haut et le plus bas de chaque ailette 9 a une direction sensiblement verticale. Dans l'exemple illustré à la figure 2, l'angle α est de l'ordre de 22°. Si l'on prend en considération les valeurs habituelles de l et h dans les échangeurs dont les tubes sont munis d'aillettes transversales, l'angle α est compris entre 5 et 35°. Comme on peut le voir à l'examen de la figure 2, cette disposition particulière, en conduisant à une répartition égalitaire des tubes de part et d'autre de la diagonale 17, diminue les risques d'accumulation de l'eau sur les tubes situés en partie basse de l'échangeur. Ce risque est encore diminué en mettant en oeuvre des conditions de pulvérisation qui limitent l'épaisseur du film sur toute la surface d'échange, tout en maintenant son caractère continu, à savoir en pulvérisant des gouttes de faibles dimensions, inférieures à 120 micromètres par exemple de 60 à 120 micromètres, sachant que les buses de pulvérisation classiques projettent des gouttes de l'ordre de 300 micromètres. Grâce à la meilleure mouillabilité des gouttes de faibles dimensions, la densité d'eau projetée a pu être abaissée entre 0,5 et 1 m³/h.m² de section frontale d'échangeur. Ceci présente l'avantage d'une plus faible consommation et donc de traitement d'eau, et surtout d'une plus grande proportion d'eau évaporée par rapport à la quantité totale d'eau projetée, proportion qui peut aller de 10 à 20 %. De plus un angle α faible diminue les pertes de charge provoquées par le changement de direction du flux d'air à travers l'échangeur.

Il est rappelé que la quantité de l'échange nécessite que le film d'eau créé sur la surface d'échange reste continu. Sinon, cela se traduit par des zones sèches avec des dépôts des sels contenus dans l'eau de pulvérisation, dépôts qui augmentent la rugosité de la surface correspondante et donc la difficulté à créer un film d'eau continu.

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple non limitatif. En particulier les moyens internes d'intensification de l'échange peuvent consister également dans des ailettes rapportées, notamment à ruban en hélice ou éventuellement des mèches de différentes formes, par exemple des fibres linéaires longitudinales maintenues contre la surface interne du tube par des fils élastiques en spirale, par exemple des mèches à entrelacement

aléatoire, par exemple des mèches constituées d'un tissu métallique dont la chaîne est disposée longitudinalement par rapport à la direction générale du tube.

Par ailleurs les ailettes externes peuvent être plates ou en spirales, serties ou brasées, ou éventuellement prises dans la masse ou encore tout autre dispositif destiné à augmenter extérieurement la surface d'échange. Le dispositif peut fonctionner avec de l'air tiré, comme c'est le cas dans l'exemple illustré, ou encore avec de l'air poussé.

La circulation du fluide primaire à l'intérieur des tubes de l'échangeur est assurée grâce à des boîtes de distribution équipées de tubulures ou encore grâce à des coudes et des collecteurs équipés de tubulures. L'entrée du fluide primaire peut être située dans la partie haute de l'échangeur lorsqu'il s'agit de condenser une vapeur ou dans la partie basse de l'échangeur lorsqu'il s'agit de refroidir un fluide.

Revendications

1. Dispositif de refroidissement d'un fluide ou de condensation d'une vapeur comprenant un échangeur de chaleur composé d'une batterie de tubes parallèles et à ailettes transversales, des buses pour la pulvérisation d'un liquide auxiliaire sur la surface externe des tubes et des ailettes, et des moyens mécaniques de formation d'un flux gazeux, caractérisé en ce que, la batterie de tubes (8) de l'échangeur (7) est inclinée d'un angle (α) de 5 à 60° par rapport à la verticale, les buses de pulvérisation (12) étant disposées au-dessus de l'échangeur (7) et le flux gazeux ayant une direction (F) sensiblement horizontale, en sorte de traverser d'abord le liquide auxiliaire pulvérisé avant de pénétrer dans l'échangeur (7).
2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que, chaque buse (12) de pulvérisation est une buse à projection pyramidale, qui est dirigée perpendiculairement à la direction générale de la batterie de tubes, la disposition des buses (12) de pulvérisation étant déterminée en sorte de réaliser une projection homogène du liquide auxiliaire sur toute la surface de l'échangeur.
3. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que, l'angle d'inclinaison (α) est tel que les diagonales (16) joignant les sommets les plus hauts (17) et les plus bas (18) des ailettes transversales de forme rectangulaire sont sensiblement verticales.
4. Dispositif selon la revendication 3 caractérisé en ce que, la densité du liquide auxiliaire projeté par les buses (12) de pulvérisation est comprise entre 0,5 et 2,6 m³/h.m² de section frontale d'échangeur.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que , l'angle d'inclinaison (α) est compris entre 5 et 35 ° et en ce que le liquide pulvérisé est sous forme de gouttes de dimensions moyennes inférieures à 120 micromètres. 5
6. Dispositif selon la revendication 5 caractérisé en ce que, la densité du liquide auxiliaire projetée par les buses (12) de pulvérisation est comprise entre 0,5 et 1m³/h.m² de section frontale d'échangeur. 10
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que , les tubes (8) de l'échangeur sont pourvus de moyens internes d'intensification de l'échange. 15
8. Dispositif selon la revendication 7 caractérisé en ce que , les moyens internes d'intensification de l'échange sont des ailettes internes de faible hauteur de 0,2 à 0,3mm. 20
9. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que , les moyens de formation du flux gazeux consistent en un ventilateur hélicoïde, la vitesse de l'air dans la section frontale de l'échangeur étant comprise entre 3,0 et 4,5m/s. 25

30

35

40

45

50

55

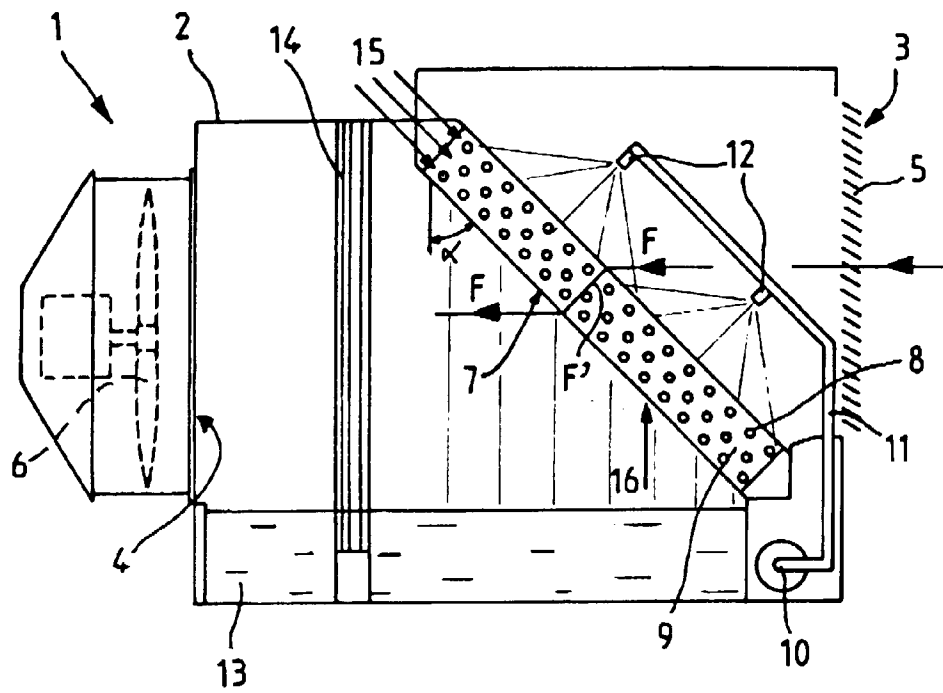


FIG. 1

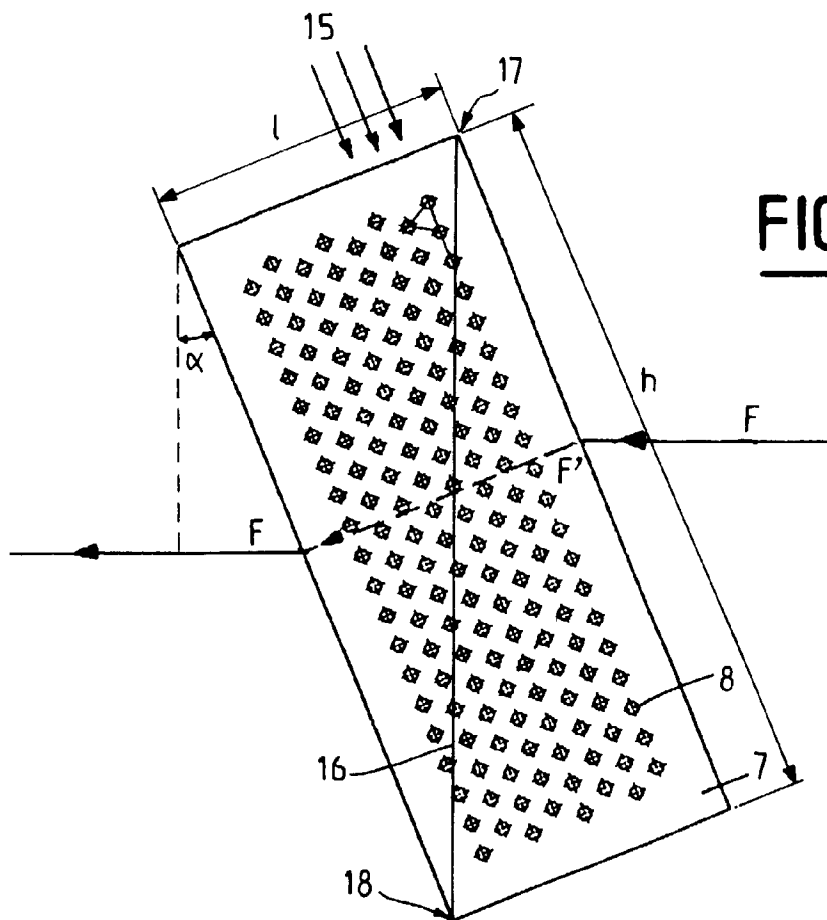


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 49 0012

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X,D	FR-A-2 096 556 (BALTIMORE AIRCOIL) * page 6-9; figures 6-8 *	1,2	F28D5/02
A	US-A-2 278 242 (R.L. CHAPMAN) * figures 1,2 *	1,7,8	
A	FR-A-1 509 810 (E.I. DUPONT DE NEMOURS) * figure 2 *	1,9	
A	DE-A-22 50 794 (TYEPLOELEKTROPROJEKT) * figures 1-5 *	7,8	
A	WO-A-90 15299 (W. MULLER) * le document en entier *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 210 (M-328) [1647] , 26 Septembre 1984 & JP-A-59 097488 (HITACHI SEISAKUSHO), 5 Juin 1984, * abrégé *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F28D F28B F28C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 Juin 1996	Examineur Kusardy, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.12 (P4/C02)