(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 798 527 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
08.10.1997 Bulletin 1997/41

(51) Int Cl.[6]: **F28D 9/00**, F28D 9/04

(21) Numéro de dépôt: **96202200.0**

(22) Date de dépôt: **05.08.1996**

(54) Echangeur de chaleur spirale

Spiral-Wärmetauscher

Spiral heat exchanger

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(43) Date de publication de la demande:
01.10.1997 Bulletin 1997/40

(73) Titulaire: **Antoine, Hubert**
7552 HP Hengelo (NL)

(72) Inventeur: **Antoine, Hubert**
7552 HP Hengelo (NL)

(74) Mandataire: **De Palmenaer, Roger et al**
Bureau Vander Haeghen S.A.
Rue Colonel Bourg 108 A
1030 Bruxelles (BE)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 234 878
DE-B- 1 121 090
FR-A- 2 319 868

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 798 527 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

L'invention concerne un échangeur de chaleur enroulé en spirale, où les fluides arrivent, circulent et débouchent à contrecourant, dans la direction de l'axe d'enroulement.

Dans le vaste champ d'application des échangeurs de chaleur, une des applications les plus exigeantes est celle des récupérateurs pour turbines à gaz. En effet, ils doivent être compacts, de haute efficacité, peu chers et fiables. L'efficacité et la compacité peuvent s'obtenir en utilisant le concept de surface primaire, avec des canaux de petit diamètre hydraulique et en faisant circuler les deux fluides à contrecourant.

Le prix de revient sera peu élevé si l'échangeur est constitué par l'assemblage d'un petit nombre d'éléments imprimés et enroulés en continu pour former un rouleau.

Les pertes de charge seront réduites si les sections de passage offertes aux deux fluides sont suffisantes : ceci s'obtient en faisant circuler les fluides axialement et non tangentiellement dans un échangeur spirale. Les échangeurs sont soumis à de fortes charges thermiques et aux chocs thermiques résultant des variations transitoires de fonctionnement de la turbine. La fiabilité est liée à la résistance aux chocs thermiques.

Des échangeurs de chaleur constitués d'un enroulement d'une paire de feuillets, entre lesquels les fluides passent à contrecourant, dans le sens axial du rouleau ainsi formé, sont connus : voir pour exemple un brevet récent (1995) de la société Rolls-Royce, où le flux est distribué par des découpes pratiquées dans la feuille et soudées par paires au moment de l'enroulement.

On retrouve, dans les brevets DE 1121090 et DE 3234878, le concept d'échangeur spirale, à flux axial, où les flux entrants et sortants le font par des secteurs angulaires alternés. Dans DE 1121090, ces secteurs sont formés en découpant des ouïes régulièrement espacées dans les rebords de fermeture des côtés d'une paire de feuilles enroulées pour former l'échangeur. Dans DE 3234878, par contre, les secteurs sont formés par collage de segments d'obturation sur les deux faces de l'échangeur enroulé. Une autre variante, FR-A-2 319 868, consiste à fermer les bords par soudage direct des tôles adjacentes.

Une difficulté intéressante dans la conception des échangeurs de chaleur est la distribution du flux entrant dans les multiples petits canaux sièges de l'échange de chaleur et ensuite, la collecte de ces nombreux flux en un seul flux sortant. Ce processus doit avoir lieu sans pertes de charge excessives, ni création de contraintes mécaniques excessives dues aux gradients thermiques.

La distribution et la collecte des flux s'effectuent dans les échangeurs à plaques empilées par des découpes pratiquées dans les plaques. Les rebords de ces découpes sont brasées ou soudées lors de l'empilement [voir brevet US 4 073340] ou garnis d'un joint d'étanchéité, comme dans les échangeurs à plaque de la société Alfa-Laval bien connus.

D'autres échangeurs à plaques empilées n'ont pas ces découpes [voir SAE 851254 : Development, Fabrication and application of a Primary Surface Gas Turbine Recuperator, E.L.Parsons], mais les côtés des plaques sont alors garnies de barrettes de fermeture.

L'invention telle que définie dans la revendication 1 se rapporte à un échangeur de chaleur formé par enroulement d'une paire de feuilles où les fluides circulent à contrecourant dans le sens de l'axe de l'enroulement et arrivent et débouchent sur les faces opposées du rouleau cylindrique constitué par l'enroulement des feuilles. On évite ainsi de créer des découpes de distribution à l'intérieur de l'échangeur, ce qui élimine à la fois les concentrations de contraintes, les problèmes de soudage, d'inspection et de réparation de ces rebords noyés dans la masse de l'échangeur. Il en résulte une plus grande liberté dans le choix des dimensions et des formes des distributeurs-collecteurs, car ils sont extérieurs à l'échangeur proprement dit. Le concept d'échangeur enroulé permet de se passer des barrettes de fermeture, puisqu'il n'y a plus de bord à fermer. La formation des ouïes d'arrivée-sortie des fluides se fait très simplement lors de l'enroulement des feuilles.

L'invention est décrite ci-après à l'aide d'un exemple avec référence aux dessins joints, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective de l'échangeur montrant les flux des fluides (air et gaz), entrant et sortant de l'échangeur.

La figure 2 est une vue partielle des ouïes de distribution d'air et de gaz sur une des faces de l'échangeur.

La figure 3 montre un secteur d'amenée d'air coiffé de son écope de distribution, en vue éclatée.

La figure 4 montre un des deux feuillets, avant enroulement, en vue partielle plane.

La figure 5 montre l'autre feuillet, avant enroulement, en vue partielle plane.

La figure 6 représente une paire de feuillets accolés dans l'échangeur, en section radiale.

La figure 7 fait apparaître le trajet de l'air et du gaz, entre une paire de feuillets, d'une face de l'échangeur à l'autre, en vue partielle.

L'échangeur est constitué d'un noyau 1 auquel sont fixés des écopes 8 d'amenée et d'évacuation d'air 2, figures 1 et 3.

Sur une face du noyau, l'air pénètre par des secteurs angulaires 5 régulièrement espacés et alternant avec des secteurs angulaires 6 de sortie des gaz.

Sur la face opposée du noyau, l'air sort par des secteurs angulaires 3 régulièrement espacés et alternant avec des secteurs angulaires 4 d'entrée des gaz (figure 1).

Le noyau est constitué d'un enroulement d'une paire de feuillets a et b autour d'un axe z, figure 1.

Le feuillet a est ridé longitudinalement, c'est-à-dire selon l'axe d'enroulement z, tandis que le feuillet b l'est

transversalement, c'est-à-dire selon la direction tangentielle d'enroulement (figures 4 et 5).

Le feuillet a possède trois zones axiales de rides : les zones II et IV près des bords et la zone III centrale (figure 4).

Le feuillet b est ridé sur ces mêmes trois zones et comporte également, sur les zones I et V d'entrée-sortie, des rebords 7 déportés alternativement pour former les ouïes d'arrivée-sortie des fluides (figures 5 et 2).

Les rebords déportés de b viennent contre le rebord de a et vice versa, lors de l'enroulement. Ils sont définitivement brasés ensemble, une fois l'enroulement du noyau terminé (figure 2).

Le déport alternatif des rebords de b doit se faire lors de l'enroulement et en synchronisation avec celui-ci. Il faut en effet que les ouïes ainsi formées soient de longueur croissante à chaque tour d'enroulement et en phase angulaire pour former des secteurs angulaires bien réguliers. Les écopes 8 sont ensuite brasées sur les faces du noyau 1, avec leurs bords 9 brasés sur les bords 10 des secteurs angulaires, comme indiqué figure 3.

La somme des hauteurs des rides de a et de b est constante sur toutes les zones ; elle vaut le déport de b sur les zones I et V et permet l'enroulement sans déformation radiale de la paire ab, car elle est d'épaisseur constante équivalant à la somme des hauteurs des rides de a et de b, comme illustré par la figure 6.

Ceci permet aussi de joindre, par brasage par exemple, les feuilles a et b aux points de contact 11 des lignes de crête des rides. Ces points forment un quadrillage, intersection des lignes de crête des rides.

En ne brasant ainsi entre elles que les paires de feuilles entre lesquelles circule le fluide de pression supérieure à l'autre, on assure ainsi une rétention locale de la surpression de ce fluide, sans avoir besoin d'une enceinte de pressurisation. Les paires de feuilles ainsi jointes sont rigides en flexion, tout en étant souples en cisaillement, ce qui réduit les contraintes dues aux inévitables gradients thermiques

Dans les zones II et IV, les rides de a et de b ont des hauteurs comparables : étant perpendiculaires et en contact par leurs crêtes, elles permettent le passage de l'air et du gaz dans les deux directions, axiale et tangentielle : ces zones sont des zones de distribution du flux à partir des secteurs d'entrée vers la zone III ; ce sont des zones à flux croisés, comme indiqué sur la figure 7

Dans la zone III, les flux sont essentiellement parallèles et opposés , c'est-à-dire à contrecourant (figure 7), car les rides tangentielles de b sont minimes et celles de a, axiales, sont grandes (figure 6).

Ce type d'échangeur peut aussi être réalisé en remplaçant les rides imprimées en relief par des ailettes de même hauteur, garnissant des feuilles planes

Revendications

1. Echangeur de chaleur cylindrique obtenu par l'enroulement d'une paire de feuilles, les deux fluides circulant à contrecourant dans le sens axial de l'enroulement entre les paires adjacentes de feuilles, arrivant et débouchant sur les faces opposées de l'enroulement, par des secteurs angulaires régulièrement espacés, caractérisé en ce que les secteurs angulaires consécutifs sont formés par la juxtaposition d'ouïes obtenues par le déport alternatif du rebord d'une des feuilles sur l'autre.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une des feuilles est imprimée en relief d'un motif de rides longitudinales et l'autre feuille d'un motif de rides transversales, de sorte que, d'une face de l'échangeur à l'autre, la somme des hauteurs des rides des deux feuilles soit constante et égale au déport formant les ouïes sur les deux faces.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les paires de feuilles sont brasées ou jointes deux par deux aux points de contact des lignes de crête des rides.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'une des feuilles est garnie d'ailettes longitudinales, l'autre d'ailettes transversales.

5. Echangeur de chaleur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les paires de feuilles sont brasées ou jointes deux par deux aux points de contact des lignes de crête des ailettes.

Patentansprüche

1. Zylindrischer Wärmeaustauscher erhalten durch das Aufwickeln eines Paares von Blättern, wobei die zwei Ströme in entgegengesetzter Richtung axial zur Aufrollrichtung zwischen den gegeneinanderliegenden Blätterpaaren fließen, daß sie an den gegen die Aufrollrichtung liegenden Seiten durch gleich große Kreisringsektoren ein- und austreten, dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderfolgenden Sektoren gebildet werden durch das Aneinanderlegen der Öffnungen die entstehen durch ein abwechselndes Einbuchten des Randes eines der Blätter gegenüber dem anderen.

2. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Blätter eine Reliefprägung aus längsliegenden Wellungen und das andere Blatt eine Prägung aus querliegenden Wellungen aufweist, so daß von der einen zur anderen

Seite des Austauschers die Summe der Höhen der Wellungen der beiden Blätter konstant ist und gleich der Einbuchtung die die Öffnungen auf den beiden Seiten bildet.

3. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Blätterpaare an den Kontaktstellen der Scheitelpunkte der Wellungen paarweise entweder aneinandergelötet oder aneinandergefügt sind.

4. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Blätter mit längsliegenden Lamellen, das andere mit querliegenden Lamellen versehen ist.

5. Der Wärmeaustauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Blätterpaare an den Kontaktstellen der Scheitelpunkte der Lamellen paarweise entweder aneinandergelötet oder aneinandergefügt sind.

Claims

1. Cylindrical heat exchanger made by coiling a pair of sheets, with both fluids circulating counterflow wise along the axis of the coil, between the adjacent pairs of sheets, in which both fluids arrive and exit on the opposite faces of the coil, through evenly spaced angular sectors; said angular sectors being formed by the juxtaposition of ears made by alternative abutting of the edge of one sheet on the other.

2. Heat exchanger in accordance with claim 1 having one sheet formed with substantially longitudinal ripples and the other one with substantially transversal ripples, so that the sum of the height of the ripples is a constant equal to the abuttment that forms the ears on both faces.

3. Heat exchanger in accordance with claim 2 having the pair of sheets joined or brazed at the contact points of the crests of their ripples.

4. Heat exchanger in accordance with claim 1, in which one sheet has longitudinal fins and the other transverse ones.

5. Heat exchanger in accordance with claim 4 in wich the pair of sheets are joined or brazed at the contact points of the crest lines of the fins.

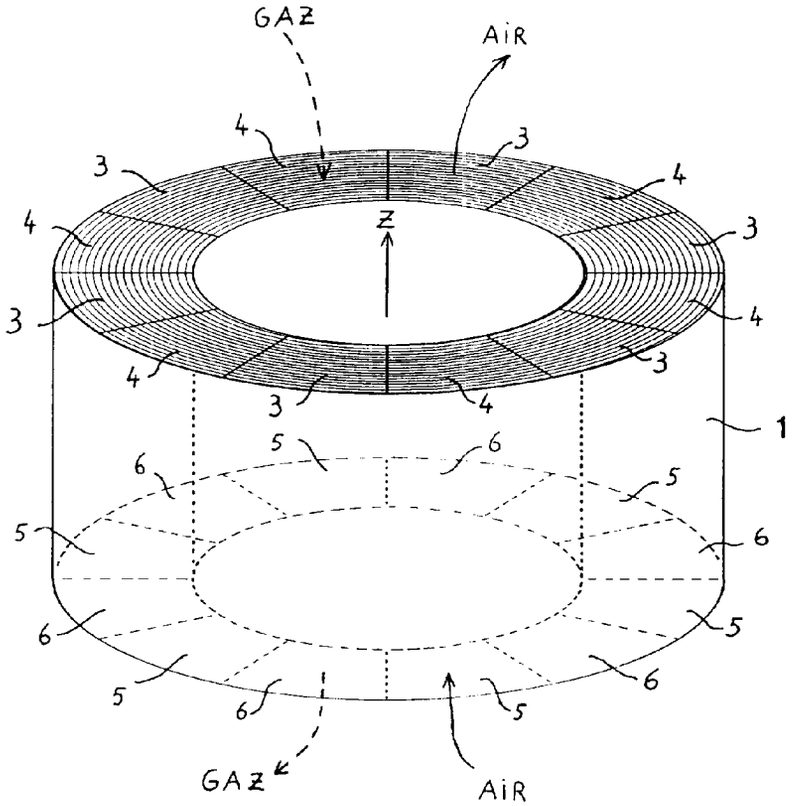


FIG. 1

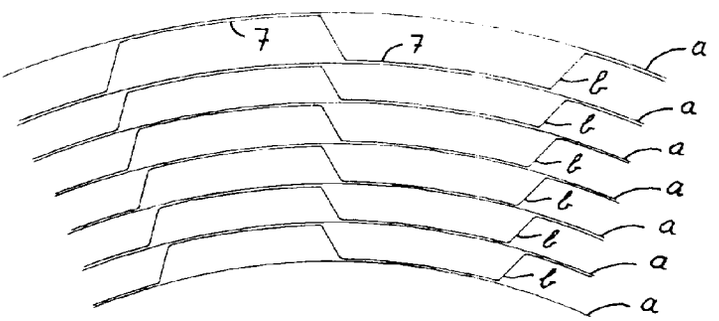


FIG. 2

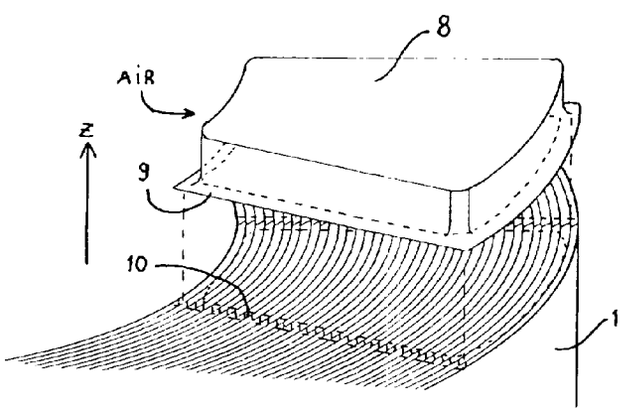


FIG. 3

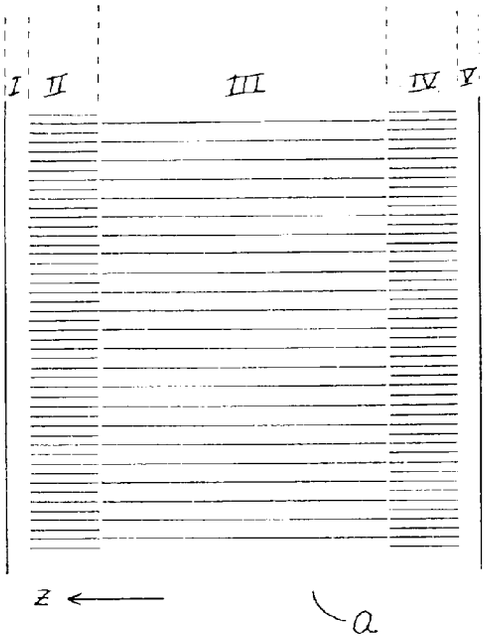


Fig. 4

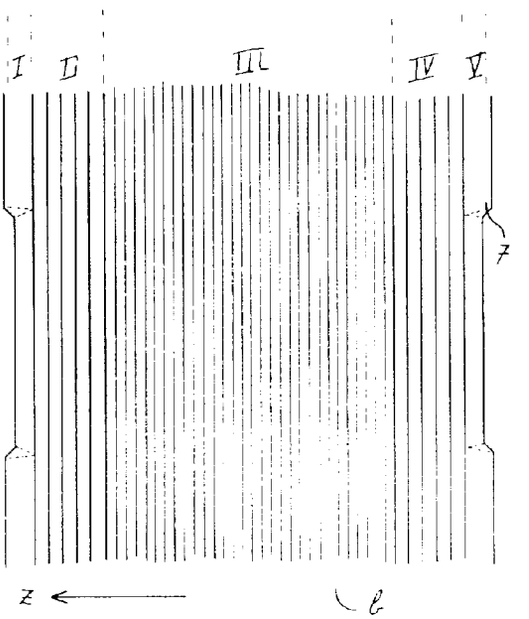


Fig. 5

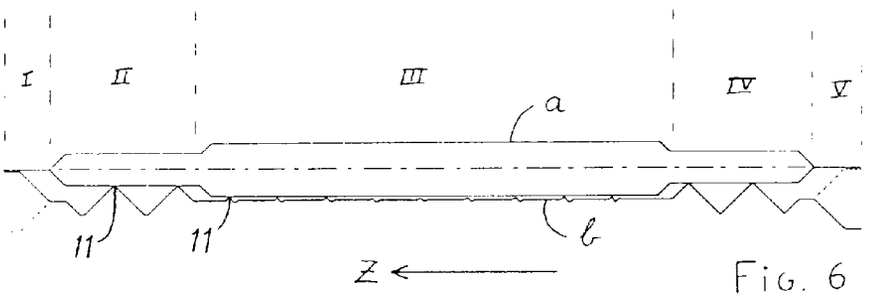


Fig. 6

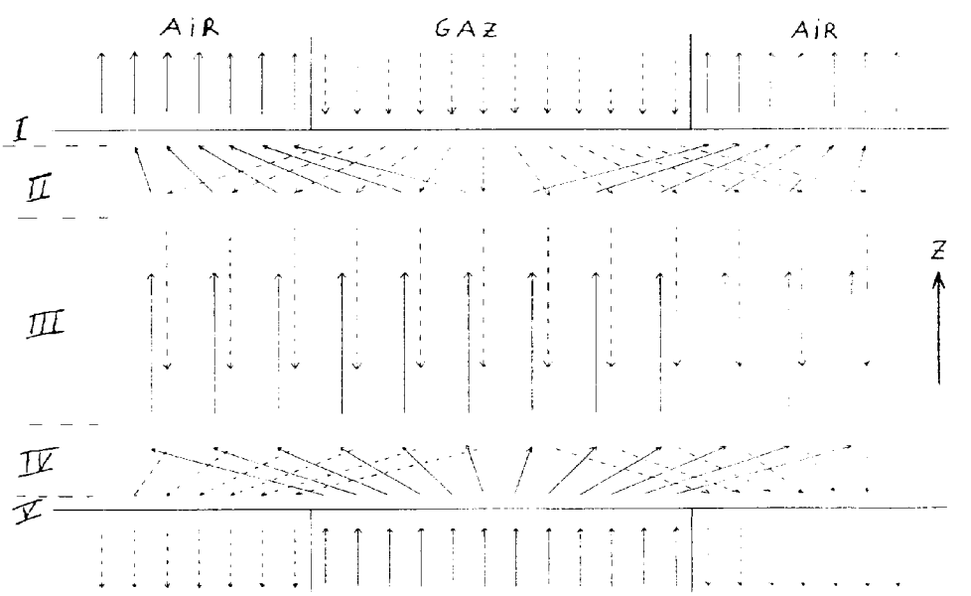


Fig. 7