



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

0 051 036
B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
03.04.85

(51) Int. Cl.⁴ : **F 28 D 21/00**, **F 28 D 7/10**,
F 28 F 9/22

(21) Numéro de dépôt : **81440023.0**

(22) Date de dépôt : **20.10.81**

(54) **Echangeur thermique à surface pour la récupération de chaleur.**

(30) Priorité : **23.10.80 FR 8022751**

(43) Date de publication de la demande :
05.05.82 Bulletin 82/18

(45) Mention de la délivrance du brevet :
03.04.85 Bulletin 85/14

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

(56) Documents cités :

EP-A- 0 023 317
BE-A- 872 939
DE-A- 1 501 588
DE-A- 2 820 577
DE-A- 3 000 867
FR-A- 1 095 966
FR-A- 1 409 030
FR-A- 2 445 935
GB-A- 818 730
GB-A- 1 291 572
GB-A- 1 479 837
GB-A- 1 503 899
US-A- 2 070 804
US-A- 4 157 706
US-A- 4 256 170

(73) Titulaire : **Grué, Christian**
2 rue Jean Moulin
F-57110 Yutz (FR)

(72) Inventeur : **Grué, Christian**
2 rue Jean Moulin
F-57110 Yutz (FR)

(74) Mandataire : **Ventavoli, Roger**
17 rue de Gaulle
F-57440 Algrange (FR)

EP 0 051 036 B1

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).

Description

La présente invention se rapporte aux échangeurs thermiques à surface destinés à récupérer, par un fluide en circulation, la chaleur perdue contenue dans les effluents caloporteurs. L'invention s'applique en particulier aux effluents caloporteurs que l'on peut aisément canaliser dans une conduite d'évacuation, comme les fumées de combustion produites, par exemple, dans les fours industriels ou les chaudières des installations de chauffage.

Les échangeurs de ce type, habituellement dénommés « récupérateurs de chaleur » visent notamment à une meilleure utilisation des combustibles et s'inscrivent ainsi dans l'ensemble des mesures qui contribuent à apporter une réponse aux impératifs toujours plus pressants d'économie d'énergie.

A titre indicatif, les fumées de combustion à la sortie des chaudières de chauffage habituelles atteignent souvent des températures de 250 °C et plus. Les pertes thermiques ainsi occasionnées entrent pour près de 20 % sinon davantage dans le bilan thermique et pénalisent d'autant le rendement de l'installation. En fait, cette dernière valeur doit être nettement corrigée à la hausse, si on prend en compte l'enthalpie de changement de phase de la vapeur d'eau contenue dans les fumées.

Grâce aux récupérateurs de chaleur, ces fumées perdues peuvent gratuitement constituer une nouvelle source d'énergie, par exemple pour la production d'eau chaude sanitaire, ou pour le réchauffage de l'eau de retour à la chaudière dans les installations de chauffage central.

Toutefois, une conception optimale de ces appareils doit obligatoirement satisfaire à un compromis entre des exigences contradictoires auxquelles les récupérateurs actuellement connus ne paraissent pas répondre de façon satisfaisante : refroidir les fumées de combustion au maximum, en perturbant le moins possible leur écoulement vers la cheminée d'évacuation.

En effet, les récupérateurs actuels peuvent être classés schématiquement en deux familles :

Les dispositifs dits « à paroi d'eau », constitués essentiellement de deux conduits concentriques, à distance l'un de l'autre. Ces conduits définissent entre eux un espace annulaire dans lequel un fluide à chauffer, en général de l'eau, circule à co-, ou à contre-courant des fumées à refroidir s'écoulant dans le conduit intérieur, l'échange se faisant au travers de la surface de ce dernier (brevets français n° 2 257 875 et n° 2 445 935).

Les dispositifs dits « à écran d'eau » dans lesquels un conduit de fumée est traversé transversalement soit par un réseau de tubes à eau agencés en faisceau multitubulaire (brevet US n° 2 070 804) ou en serpentin (brevet français n° 2 293 674) soit par une ou plusieurs plaques creuses ajourées à circulation d'eau interne (brevet français n° 2 287 663).

Les performances des récupérateurs de la pre-

mière famille se trouvent pénalisées par une surface d'échange nécessairement limitée non seulement en grandeur, mais également par sa localisation à la périphérie de la veine gazeuse chaude.

Ceux de la deuxième famille sont en principe, thermiquement plus efficaces. Mais la contrepression engendrée dans le courant gazeux par les pertes de charge et la réduction de la section de passage occasionnées par la présence de l'écran d'eau impose une adaptation du générateur de chaleur qui, elle aussi, a ses limites et ses inconvénients. Par ailleurs, ces dispositifs sont généralement bruyants. De plus, si les gaz à refroidir sont des fumées de combustion, les imbrûlés solides qu'elles véhiculent se déposent et s'accumulent dans les volumes morts créés inévitablement dans l'écoulement gazeux.

Le but de la présente invention est de parvenir à extraire le maximum de calories des fumées de combustion et, de façon plus générale de tout effluent caloporteur, tout en perturbant le moins possible leur écoulement.

A cet effet, l'invention a pour objet un échangeur thermique à surface pour la récupération, par un fluide en circulation, tel que de l'eau, de la chaleur perdue contenue dans les effluents caloporteurs, notamment dans les fumées de combustion, et comprenant deux conduits concentriques : un conduit intérieur dans lequel passent les effluents caloporteurs à refroidir et un conduit extérieur entourant le conduit intérieur à distance de façon à définir entre eux un espace annulaire formant une paroi d'eau dans laquelle circule le fluide à chauffer, échangeur caractérisé en ce qu'il comporte au moins un tube traversant longitudinalement la région centrale du conduit intérieur et agencé avec la paroi d'eau de manière que le fluide à chauffer traverse l'échangeur en s'y partageant en deux circuits parallèles. Dans une réalisation préférée, la paroi d'eau est à passages multiples pour le fluide à chauffer.

Par « paroi d'eau à passages multiples », on entend désigner un compartimentage de l'espace annulaire permettant au fluide à chauffer de circuler selon une trajectoire en serpentin longitudinal, au moyen d'ailettes rectilignes disposées parallèlement entre elles et en quinconce selon les génératrices du conduit intérieur, ou selon une trajectoire hélicoïdale, par exemple, au moyen d'une ailette spiralée entourant le conduit intérieur.

Pour fixer les idées, on supposera par la suite que les effluents à refroidir et le fluide à chauffer sont respectivement des fumées de combustion et de l'eau, sans que l'on puisse pour autant limiter à ces exemples la nature des fluides participant à l'échange thermique.

Comme on le comprend, l'invention réalise donc la combinaison au sein d'un seul et même appareil, de solutions techniques déjà connues, mais séparément et en les adaptant de manière à

cumuler leurs avantages respectifs sans avoir à en supporter les inconvénients :

D'un côté, la paroi d'eau à passages multiples augmente le temps de séjour de l'eau en circulation contre la surface du conduit intérieur, ce qui entraîne une augmentation corrélative de la quantité de chaleur cédée à l'eau par les fumées, et plus précisément par la région périphérique de la veine de fumées en écoulement qui se trouve ainsi très efficacement refroidie.

De l'autre côté, le, ou plus généralement, les tubes à eau placés longitudinalement dans la partie centrale du conduit intérieur vont chercher les calories restantes là où elles se trouvent, c'est-à-dire au cœur même de la veine de fumées, conjuguant ainsi leur action avec celle de la paroi d'eau pour extraire des fumées le maximum de calories au profit de l'eau à chauffer. Ce résultat est obtenu sans perturber de façon significative l'écoulement des fumées, puisque les tubes sont disposés longitudinalement.

L'efficacité de l'échange entraîne en outre une condensation importante de la vapeur d'eau contenue dans les fumées. Cette élimination de la vapeur sous forme liquide au sein de l'échangeur est favorable à tout point de vue.

Au plan thermique, elle permet de récupérer la chaleur latente de condensation de l'eau. Au plan aérodynamique ensuite, la diminution de débit de fumées qui en résulte compense la réduction, au demeurant minime, de la section de passage due à la présence des tubes centraux.

Par ailleurs, ces derniers, étant montés en parallèle avec la paroi d'eau, présentent, comme on le verra plus en détail par la suite, des extrémités coudées qui, loin de représenter un obstacle à l'écoulement des fumées, constituent au contraire des points froids favorisant la condensation de la vapeur.

D'autre part, la paroi d'eau à passages multiples entraînent des effets secondaires particulièrement avantageux.

En effet, les ailettes de compartimentage étant avantageusement en matériau bon conducteur de la chaleur — généralement en métal — la surface d'échange à ce niveau se trouve donc augmentée et avec elle, le flux thermique global.

De plus, on évite toute possibilité de stagnation de l'eau dans l'espace entre les deux conduits, ce qui favorise de surcroît une bonne circulation de l'eau dans les tubes centraux puisque ceux-ci sont montés en dérivation sur la paroi d'eau.

Conformément à une autre variante, une extrémité du conduit de fumées — correspondant à l'entrée des fumées dans l'échangeur — comporte des moyens pour conférer à la partie périphérique de l'écoulement gazeux un mouvement giratoire qui améliore encore le transfert des calories en augmentant la durée de l'échange avec la paroi d'eau.

Selon une réalisation préférée, ces moyens sont constitués par des ailettes fixées sur chant contre la surface intérieure du conduit de fumées et décalées angulairement dans le même sens par rapport à l'axe longitudinal du conduit de façon à

se situer en dehors de tout plan passant par cet axe.

Il faut encore souligner que l'appareil est technologiquement simple, robuste et fiable. Sa construction ne pose aucune difficulté particulière puisque tous ses éléments constitutifs peuvent se trouver aisément dans le commerce et à faible coût.

Son entretien est très commode. Il se limite au nettoyage périodique des dépôts éventuels sur la surface d'échange, à savoir la surface extérieure des tubes à eau centraux et la surface interne du conduit de fumées.

Ce nettoyage s'opère très facilement à partir d'une extrémité de ce conduit, après en avoir libéré l'accès.

L'invention sera bien comprise et d'autres aspects et avantages ressortiront plus clairement au vu de la description qui suit, donnée à titre d'exemple non limitatif et en référence aux planches de dessins annexées, sur lesquelles :

la figure 1 est une vue en perspective, partiellement arrachée, d'un récupérateur selon l'invention,

la figure 2 est une vue en coupe diamétrale selon le plan AA de la figure 1,

la figure 3 est un schéma d'ensemble montrant l'implantation du récupérateur sur une installation de chauffage central,

la figure 4 est une vue partielle montrant l'entrée du conduit de fumées équipée d'ailettes défectrices pour la mise en rotation des fumées.

Sur les figures, les mêmes éléments sont désignés par des références identiques.

Le récupérateur 1, représenté sur les figures 1 et 2, est principalement formé de deux conduits concentriques à distance, respectivement intérieur 2 et extérieur 3, définissant un passage central 4 pour les fumées de combustion à refroidir, et un espace annulaire périphérique 5 pour une circulation d'eau à chauffer.

Comme on le voit, l'espace 5 est fermé à ses extrémités au moyen de flasques 6 et 7. Il communique avec le milieu extérieur par des tubulures 8 et 9 prévues sur le tube extérieur 3 au voisinage des flasques 6 et 7 respectivement, en des positions angulaires diamétralement opposées et servant respectivement pour l'introduction et la sortie de l'eau à chauffer, comme l'indiquent les sens des flèches sur les figures.

Bien entendu, les rôles respectifs de ces tubulures sont réversibles, la circulation de l'eau pouvant s'opérer dans un sens ou l'autre. On verra toutefois que, dans une variante avantageuse de l'invention, il est préférable de respecter le sens de circulation indiqué ici.

On voit par ailleurs que le passage 4 est traversé longitudinalement par des tubes 10 (ici au nombre de trois), localisés dans la partie centrale du passage au voisinage de l'axe longitudinal de l'échangeur symbolisé en 11. Les tubes 10 sont montés en dérivation sur l'espace annulaire 5 et comportent à cet effet des extrémités recourbées à angle droit débouchant dans cet espace au moyen d'ouvertures 12 et 13 ménagées

dans la paroi du conduit intérieur 2, au voisinage respectivement des tubulures 8 et 9.

Conformément à une réalisation préférée, l'espace annulaire 5 est compartimenté de façon à constituer une paroi d'eau à passages multiples.

Dans l'exemple considéré, le compartimentage est réalisé au moyen d'aillettes 14, disposées parallèlement entre elles selon les génératrices du conduit intérieur 2 et espacées les unes des autres de façon à définir entre elles des chambres à eau longitudinales. Les ailettes 14 sont avantageusement constituées par de simples plaquettes en acier de forme rectangulaire très allongée et présentant une longueur légèrement plus courte (de 10 cm par exemple) que la distance séparant les deux flasques de fermeture 6 et 7. Elles sont décalées longitudinalement l'une par rapport à la suivante selon un agencement en quinconce de manière à venir en appui par une extrémité alternativement contre l'un puis l'autre flasque, l'autre extrémité étant alors libre pour ménager entre elle et le flasque voisin un passage de communication entre deux chambres d'eau adjacentes.

Dans l'exemple considéré, le nombre d'aillettes a été limité à quatre, de sorte que le compartimentage présente une structure en trois étages superposés : un étage d'entrée supérieur 15_A pourvu de la tubulure d'arrivée 8, un étage de sortie inférieur 15_C comportant la tubulure de départ 9 et un étage intermédiaire composé des deux compartiments 15'_B et 15''_B symétriques de part et d'autre du plan passant par les tubulures 8 et 9.

Il est clair cependant que, le décalage en quinconce ne s'applique pas à l'égard des ailettes délimitant entre elles l'étage d'entrée 15_A et l'étage de sortie 15_C.

Dans ces conditions, l'eau qui pénètre par la tubulure d'entrée 8 rejoint la tubulure de sortie 9 après avoir traversé le récupérateur en s'y étant partagée dans deux circuits en parallèle, de manière à assurer une extraction des calories contenues dans tout le volume de la veine de fumées à refroidir :

une partie de l'eau passe par l'espace annulaire 5 (ou paroi d'eau) selon un circuit en serpentin à trois passages longitudinaux en se répartissant équitablement entre les deux chambres 15'_B et 15''_B de l'étage intermédiaire. Au cours de ce parcours, l'eau s'échauffe en prenant les calories contenues dans la région périphérique de la veine gazeuse à refroidir,

l'autre partie de l'eau emprunte les tubes centraux 10, pour atteindre directement l'extrémité de sortie de l'étage inférieur 15_C après avoir traversé longitudinalement le cœur de la veine gazeuse et avoir capté les calories restantes localisées dans cette région.

Conformément à une réalisation préférée de l'invention, bien visible sur la figure 2, les ailettes de compartimentage 14 sont réparties autour du tube intérieur 2 avec des écartements variables de manière que la section de passage des cham-

bres à eau ne soit pas égale dans tous les étages, mais diminue progressivement depuis l'étage d'entrée 15_A jusqu'à l'étage de sortie 15_C. Cette disposition particulière présente l'avantage d'offrir à l'eau dans l'espace 5 une surface d'échange d'autant plus grande que sa température est basse. De plus, l'eau est mise en vitesse au fur et à mesure de son échauffement, ce qui est également favorable sur le plan thermique, par exemple à l'égard des risques de caléfaction. On trouve ici, l'explication de la remarque faite auparavant concernant la réversibilité des rôles des tubulures 8 et 9.

Conformément à une mise en œuvre avantageuse du récupérateur, et en application de règles bien connues en thermique, on favorise une circulation de type à contre-courant de l'eau par rapport à l'écoulement des fumées. Cette condition est toujours satisfaite lorsque, comme le montre la figure 1, on place la tubulure d'entrée 8 à l'extrémité aval du récupérateur par rapport au sens d'écoulement des fumées (indiqué par la flèche sur l'axe 11). On voit sur la figure 2 en particulier, que dans ce cas, la paroi d'eau 5 comporte deux passages à contre-courant (étage 15_A et 15_C) pour un passage à co-courant (étage 15_B). Sur cette figure, le sens de circulation de l'eau et des fumées a été indiqué par les symboles conventionnels. Bien entendu, lorsque le nombre d'étages est d'ordre pair, les passages à co- et à contre-courant de la paroi d'eau 5 sont en nombre égal, indépendamment du choix de la tubulure d'entrée.

On va maintenant décrire brièvement un mode de fabrication du récupérateur selon l'invention.

On commence par souder les flasques de fermeture 6 et 7 sur le pourtour du conduit intérieur 2 et de préférence à environ 15 ou 20 cm de ses extrémités de manière à ménager des parties terminales libres qui permettront un montage facilité du dispositif sur l'installation à laquelle il est destiné. Ces flasques sont de tailles légèrement différentes : l'un d'eux, par exemple le flasque 6, présente un diamètre égal au diamètre extérieur du conduit 3, alors que le flasque 7 présente un diamètre égal au diamètre intérieur du conduit 3 et détermine donc l'épaisseur de l'espace 5.

Puis on perce les ouvertures 10 et 11 et on fixe les tubes centraux 10 par soudage étanche sur le bord des orifices effectué de l'extérieur du conduit 2. Auparavant, les tubes 10 ont été conformés en « S » par pliage des extrémités dans des sens opposés, à partir de tronçons de tube étiré en acier que l'on se procure facilement dans le commerce. On place ensuite les ailettes 14 sur chant sur le conduit intérieur 2 en prenant soin d'appuyer l'une de leur extrémité contre l'un des flasques de fermeture de manière à réaliser une disposition en quinconce, telle qu'explicité précédemment. Les ailettes, qui présentent une hauteur égale à celle du petit flasque 7, sont alors fixées à demeure par soudage.

Par ailleurs, on perce sur le conduit extérieur 3 les deux ouvertures destinées à recevoir les

tubulaires 8 et 9 pour l'arrivée et la sortie de l'eau.

Ensuite, on place le conduit intérieur 2 verticalement, le flasque le plus grand (flasque 6) étant en position basse, et on installe alors le conduit extérieur 3 en le faisant coulisser de haut vers le bas sur le conduit intérieur 2 jusqu'à ce qu'il vienne en butée sur le flasque 6. Cette opération est facilitée par les ailettes qui servent d'organes de guidage et de centrage. Le conduit extérieur 3 a été préalablement dimensionné de façon que, une fois mis en place, son extrémité supérieure vienne dans le plan de la surface extérieure du flasque 7. L'assemblage des deux conduits 2 et 3 est alors réalisé au niveau des deux flasques par les cordons de soudure étanche 16 et 17 visibles sur la figure 1.

Il doit être souligné que le positionnement angulaire correct du conduit extérieur est simplifié grâce aux différents orifices préalablement ménagés sur les deux conduits 2 et 3 qui servent de repères visuels.

Une fois l'assemblage effectué, on rapporte les tubulaires 8 et 9 par soudage sur le conduit extérieur 3. On peut avantageusement achever la construction par un calorifugeage du récupérateur au moyen d'une enveloppe d'isolation thermique placée autour du conduit extérieur 3. Cette enveloppe n'a pas été représentée pour ne pas surcharger inutilement les figures.

On va maintenant décrire brièvement, en référence à la figure 3, une installation de chauffage central équipée d'un échangeur-récupérateur selon l'invention. Sur cette figure, on a représenté très schématiquement en 18 une chaudière alimentant en eau chaude, par un système classique de canalisations en boucle fermée comprenant une vanne à quatre voies 19 et un accélérateur 20, un ensemble de radiateurs 21 pour le chauffage de locaux d'habitation. Les fumées de combustion sortent à l'arrière de la chaudière pour rejoindre la cheminée d'évacuation à l'atmosphère, représentée en 22.

Comme on le voit, l'échangeur-récupérateur 1 s'installe entre la chaudière et la cheminée 22, en remplacement de la conduite habituelle de sortie de la chaudière. La mise en place s'effectue sans difficulté particulière grâce aux parties terminales libres du conduit interne qui dépassent de part et d'autre de l'appareil et qui permettent par simple emmanchement de se raccorder à deux éléments coudés 23 et 24 qui ont été prévus pour assurer une orientation verticale du récupérateur.

Il doit être souligné que la présence de ces éléments coudés n'est nullement impérative, le récupérateur pouvant être placé dans n'importe quelle position. Il demeure toutefois souhaitable de conserver une légère inclinaison sur l'horizontale, positive dans le sens de l'écoulement des fumées, afin de favoriser par un orifice tel que 25, prévu entre le récupérateur et la chaudière (ou sur la partie terminale libre du conduit intérieur), l'évacuation des condensats, notamment l'eau formée dans le conduit intérieur par condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées.

Comme on le voit, le récupérateur 1 est utilisé

en tant que réchauffeur : l'eau de chauffage, qui sort refroidie des radiateurs 21, retourne à la chaudière 18 en traversant auparavant le récupérateur 1, lequel dans ce cas constitue un accessoire de l'installation de chauffage dont il améliore le rendement et permet par conséquent une économie de combustible.

A titre purement indicatif, des essais effectués sur une chaudière à combustible liquide (fuel domestique) ont montré que l'on pouvait, grâce au dispositif selon l'invention, abaisser la température des fumées d'une valeur de plus 250 °C à la sortie de la chaudière jusqu'à une valeur résiduelle d'environ 80 °C à la sortie du récupérateur. A partir de ces données, on calcule approximativement une amélioration de près de 15 % du rendement thermique de l'installation, et ceci sans prendre en compte la récupération de la chaleur latente de condensation d'une partie de la vapeur. Par ailleurs, l'eau à la sortie du réchauffeur accuse une élévation de température de 8 °C, environ sous le débit habituel, imposé par l'installation de chauffage en marche normale (plus de 2 m³/h).

D'autres essais effectués avec une chaudière à combustible solide (bois), ont permis de faire chuter la température des fumées de près de 400 °C, d'où une réduction (en pourcentage) des pertes par les fumées d'un coefficient voisin de six. Corrélativement, la température de l'eau de retour s'est élevée de 15 °C.

Par ailleurs, un accélérateur, non représenté sur la figure 3, peut être avantageusement prévu sur la tubulure de sortie 9 du réchauffeur. Dans ce cas, le rendement thermique global est encore sensiblement amélioré grâce à une homogénéisation de la température de l'eau au sein de la chaudière, due à un effet de brassage permanent.

Il va de soi que l'invention ne saurait se limiter aux exemples décrits, mais s'étend à de multiples variantes ou équivalents dans la mesure où sont respectées les caractéristiques énoncées dans les revendications jointes.

En particulier de nombreuses variantes peuvent être envisagées tant en ce qui concerne la paroi d'eau à passages multiples, que les tubes d'eau centraux ou que l'agencement relatif de la paroi d'eau avec ces tubes.

A propos du premier point, il a déjà été dit que le compartimentage peut être réalisé, non seulement au moyen des ailettes rectilignes longitudinales 14, mais également à l'aide par exemple d'une ailette hélicoïdale unique enroulée sur chant autour du conduit intérieur 2.

De même, on peut opter pour de multiples variantes d'agencement des ailettes rectilignes 14, permettant toutes une circulation d'eau selon un parcours en serpentins avec plusieurs « allers et retours » dans la direction longitudinale. En particulier, on pourra choisir entre les variantes qui permettent à tout volume d'eau élémentaire pénétrant dans l'espace annulaire 5, soit, comme c'est le cas de l'exemple décrit, de parcourir seulement l'une ou l'autre moitié de la surface du conduit intérieur 2, soit de parcourir la totalité de

cette surface, donc de traverser successivement toutes les chambres à eau. Dans ce cas, l'agencement en quinconce s'applique à l'ensemble des ailettes, à l'exception d'une seule, laquelle relie les deux flasques 6 et 7 et sépare ainsi de façon étanche les deux chambres adjacentes destinées à recevoir respectivement la tubulure d'entrée 8 et la tubulure de sortie 9.

Il doit cependant être précisé que ces deux variantes ne sont pas tout à fait équivalentes, mais que la première, à savoir la variante à circulation étagée, présente par rapport à la seconde certains avantages particuliers :

sur le plan hydraulique, les pertes de charges, à débit d'eau égal, sont plus faibles car l'espace annulaire 5 se compose de deux circuits en parallèle recouvrant chacun une moitié de la surface du tube intérieur ;

sur le plan thermique, le partage de l'espace 5 en deux circuits parallèles équivalents entraîne une symétrie de la carte des températures dans toute section droite du récupérateur. Cette symétrie, absente dans la seconde variante semble globalement favorable à une meilleure transmission du flux thermique ;

sur le plan physico-chimique, les tubulures d'entrée 8 et de sortie 9 étant angulairement diamétralement opposées, les tubes à eau centraux 10 traversent la veine de fumées de part en part (tubes 10 conformés en « S »). Il en résulte, non seulement un refroidissement plus complet et plus homogène du cœur de la veine de fumées, mais également une condensation plus importante de la vapeur d'eau, ce qui est un avantage à tout point de vue. Dans la seconde variante, les tubulures d'entrée et de sortie étant angulairement très voisines l'une de l'autre, les tubes centraux présentent une conformation en « U » aplati, de sorte que leur effet d'extrémité reste limité à une partie seulement de l'épaisseur de la veine gazeuse.

En ce qui concerne maintenant le second point, il doit être bien compris que le nombre de tubes centraux ne peut être fixé a priori pour tous les cas. Il dépend essentiellement des conditions locales d'utilisation du récupérateur et doit être déterminé dans chaque cas en relation avec le diamètre des tubes choisis de manière à ne pas créer dans l'écoulement une contre-pression difficilement acceptable pour l'installation de chauffage. A titre indicatif, les conduites de sortie des fumées des installations de chauffage habituelles sont généralement surdimensionnées pour des raisons de sécurité, de sorte qu'une réduction de la section de passage dans une proportion pouvant aller jusqu'à 20 % environ reste tout à fait acceptable. Ainsi, dans le cas d'une chaudière dont la conduite d'évacuation des fumées présente un diamètre de l'ordre de 180 mm (chaudière de chauffage central d'une maison d'habitation moyenne), le remplacement de cette conduite par un récupérateur dont le tube interne présente un diamètre intérieur de même dimension et comporte trois tubes à eau centraux de 21 mm de diamètre extérieur, n'entraîne des

modifications ni de la chaudière, ni du fonctionnement normal de l'installation.

A propos enfin du troisième point concernant l'agencement relatif des tubes centraux et de la paroi d'eau à passages multiples, il doit être souligné, qu'en accord avec l'invention, les tubes à eau 10 peuvent être montés en dérivation totale ou seulement partielle sur la paroi d'eau 5. L'exemple décrit en référence aux figures 1 et 2 correspond à une dérivation totale puisque les ouvertures 12 et 13 sur le tube intérieur 2 ont été ménagées au voisinage immédiat des tubulures d'entrée 8 et de sortie 9. Mais il est possible de prévoir ces ouvertures à d'autres endroits sur le tube intérieur 2 de façon à réaliser une mise en dérivation partielle des tubes 10 sur la paroi d'eau 5. Une telle disposition s'impose d'ailleurs d'elle-même dans le cas d'une paroi d'eau à circuits parallèles et à nombre pair d'étages, comme cela se comprend aisément.

En outre, une mise en dérivation totale peut s'opérer non seulement par les ouvertures 12 et 13 sur le tube intérieur 2, mais par tout autre moyen approprié, par exemple par un branchement direct des tubes centraux 10 sur les tubulures 8 et 9.

Selon une autre variante de réalisation, on prévoit d'équiper l'espace 5 d'une purge d'air.

De même, il peut être utile de prévoir un assemblage temporaire du conduit extérieur (fixation par bride boulonnée, par exemple, au lieu du soudage) de façon à pouvoir le retirer à volonté en vue d'un nettoyage éventuel de l'espace annulaire 5 et de l'intérieur des tubes à eau centraux par accès aux ouvertures 12 et 13. Bien entendu, cette particularité présente surtout un intérêt si le récupérateur est placé dans un circuit d'eau de type « ouvert », par exemple dans le cas d'une utilisation pour la production directe d'eau chaude sanitaire.

De même encore, dans une autre variante de réalisation de l'invention, le conduit intérieur 2 est pourvu, à son extrémité par laquelle pénètrent les fumées, de moyens pour conférer un mouvement giratoire à la partie périphérique de la veine gazeuse en écoulement. De cette façon, la durée de passage des fumées contre la paroi du conduit intérieur 2 est augmentée et le transfert thermique est encore amélioré.

Comme on le voit sur la figure 4, les moyens utilisés peuvent être des ailettes déflectrices 26, constituées par de simples plaquettes métalliques fixées sur chant contre la paroi intérieure du conduit 2 et décalées angulairement, par exemple de 40°, environ, toutes dans le même sens par rapport aux génératrices du conduit 2 de façon à se situer hors de tout plan passant par l'axe de symétrie 11.

Les ailettes 26 ont une dizaine de centimètres de longueur et leur hauteur fait environ le quart du diamètre du tube 2 de manière à ne mettre en rotation que la partie périphérique de l'écoulement des fumées sans trop perturber la région centrale où agissent les tubes à eau longitudinaux 10 non représentés sur cette figure.

Le récupérateur selon l'invention peut, non seulement être installé entre la chaudière et la cheminée, sur les installations existantes, mais également être prévu de fabrication sur les chaudières neuves.

Enfin, l'application du récupérateur selon l'invention n'est pas limitée au domaine du chauffage central pour le réchauffage de l'eau de retour des radiateurs ou pour la production d'eau chaude sanitaire, mais s'étend, comme on l'a déjà dit, à la récupération, au moyen d'un échangeur à surface, des calories contenues dans tout effluent caloporteur, dans la mesure où ce dernier est ou peut être canalisé dans une conduite d'évacuation.

Revendications

1. Echangeur thermique à surface pour la récupération, par un fluide en circulation, de la chaleur perdue contenue dans des effluents caloporteurs, notamment les fumées de combustion, et comprenant deux tubes concentriques : un conduit intérieur (2) définissant un passage central (4) pour les effluents à refroidir, et un conduit extérieur (3) entourant à distance le conduit intérieur de façon à définir entre eux un espace annulaire périphérique (5) formant « paroi d'eau » dans laquelle circule le fluide à chauffer, et qui communique avec l'extérieur par deux tubulures (8, 9) prévues sur le conduit extérieur (3) respectivement pour l'entrée du fluide à chauffer dans l'espace annulaire (5) et pour sa sortie, échangeur caractérisé en ce qu'il comporte au moins un tube (10) traversant longitudinalement la région centrale du conduit intérieur (2) et monté avec la paroi d'eau (2, 3) de manière que le fluide à chauffer traverse l'échangeur en s'y partageant en deux circuits parallèles.

2. Echangeur selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'une paroi d'eau (2, 3) à passages multiples est réalisée par un compartimentage de l'espace annulaire (5) au moyen d'ailettes parallèles espacées (14), disposées en quinconce selon les génératrices du conduit intérieur (2) et définissant entre elles des chambres longitudinales (15'B, 15"B) communiquant à l'une de leurs extrémités et parcourues par le fluide à chauffer.

3. Echangeur selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que les tubulures d'entrée (8) et de sortie (9) sont angulairement diamétralement opposées et en ce que le compartimentage de l'espace annulaire (5) partage ledit espace en deux circuits parallèles équivalents couvrant chacun une moitié de la surface du conduit intérieur (2).

4. Echangeur selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que les tubulures d'entrée (8) et de sortie (9) présentent des positions angulaires voisines et en ce que le compartimentage de l'espace annulaire (5) aménage ledit espace en un circuit couvrant toute la surface du conduit intérieur (2).

5. Echangeur selon la revendication 1 caracté-

risé en ce que le ou les tubes (10) débouchent à leurs extrémités respectives dans l'espace annulaire (5) par des ouvertures (12, 13) ménagées sur le conduit intérieur (2).

6. Echangeur selon la revendication 5 caractérisé en ce que les ouvertures (12, 13) sont disposées au voisinage immédiat des emplacements des tubulures (8, 9) prévues sur le conduit extérieur (3).

7. Echangeur selon les revendications 3 et 5 ou 6 caractérisé en ce que le ou les tubes (10) présentent des extrémités coudées dans des sens opposés leur conférant une conformation en « S ».

8. Echangeur selon les revendications 4 et 5 ou 6 caractérisé en ce que le ou les tubes (10) présentent des extrémités coudées dans le même sens leur conférant une conformation en « U ».

9. Echangeur selon la revendication 2 caractérisé en ce que les ailettes (14) sont réparties autour du conduit intérieur (2) avec des écarts variables de manière que la section de passage des chambres (15'B, 15"B) diminue progressivement dans le sens de circulation du fluide à chauffer.

10. Echangeur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le conduit intérieur (2) est pourvu à l'une de ses extrémités de moyens pour conférer à la partie périphérique de l'écoulement des effluents à refroidir un mouvement giratoire.

11. Echangeur selon la revendication 10 caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des ailettes (26) fixées sur chant contre la paroi intérieure du conduit (2) et décalées angulairement dans le même sens par rapport à l'axe longitudinal (11) de façon à se situer hors de tout plan passant par ledit axe.

Claims

1. Surface heat exchanger for the recuperation, by a circulating fluid, the waste heat contained in heat-carrying effluents, more particularly combustion fumes, and comprising two concentric tubes, an inner tube (2) defining a central passage (4) for the effluents to be cooled and an outer tube (3) surrounding the inner tube at a distance so as to define therebetween a peripheral annular space (5) forming a « water jacket » in which the fluid to be heated flows, and which communicates with the outside through two pipes (8, 9) provided on the outer tube (3) respectively for the inlet of the fluid to be heated into the annular space (5) and its outlet, which exchanger is characterized in that it comprises one duct (10) passing longitudinally through the central region of the inner tube (2) and mounted with the water jacket (2, 3) so that the fluid to be heated passes through the exchanger while being divided therein into two parallel circuits.

2. Surface heat exchanger according to claim 1, characterized in that a multi-passage water jacket (2, 3) is formed by a partition of the

annular space (5) by means of parallel spaced fins (14) disposed in a staggered arrangement on the generatrices of the inner tube (2) and defining therebetween longitudinal chambers (15) communicating at one of their ends and through which the fluid to be heated flows.

3. Surface heat exchanger according to claim 1 and 2, characterized in that the inlet (8) and outlet (9) pipes are opposed diametrically angularly and in that the partition of the annular space (5) divides said space into two equivalent parallel circuits, each covering a half of the surface of the inner tube (2).

4. Surface heat exchanger according to claims 1 and 2, characterized in that the inlet (8) and outlet (9) pipes are in adjacent angular positions and in that the partition of the annular space (5) forms said space into one circuit covering the whole of the surface of the inner tube (2).

5. Surface heat exchanger according to claim 1, characterized in that the duct or ducts (10) open at their respective ends into the annular space (5) through apertures (12, 13) provided on the inner tube (2).

6. Surface heat exchanger according to claim 5, characterized in that the apertures (12, 13) are disposed in the immediate vicinity of the pipes (8, 9) provided on the outer tube (3).

7. Surface heat exchanger according to claims 3 and 5 or 6 characterized in that the duct or ducts (10) have ends bent in opposite directions conferring thereon an « S » shape.

8. Surface heat exchanger according to claims 4 and 5 or 6, characterized in that the duct or ducts (10) have ends bent in the same direction conferring thereon a « U » shape.

9. Surface heat exchanger according to claim 2, characterized in that the fins (14) are spaced apart about the inner tube (2) with variable spacing so that the passage section of the chambers (15) decreases progressively in the direction of flow of the fluid to be heated.

10. Surface heat exchanger according to any one of the preceding claims, characterized in that the inner tube (2) is provided at one of its ends with means for conferring a gyratory movement on the peripheral portion of the flow of the effluents to be cooled.

11. Surface heat exchanger according to claim 10, characterized in that said means are formed by fins (26) fixed on edge on the inner wall of the tube (2) and offset angularly in the same direction with respect to the longitudinal axis (11) so as to be situated outside any plane passing through said axis.

Ansprüche

1. Oberflächen-Wärmetauscher für die Rückgewinnung von in warmen strömenden Medien, insbesondere in Verbrennungsgasen, enthaltener verlorener Wärme durch eine strömende Flüssigkeit, bestehend aus zwei konzentrischen, Rohren, nämlich einem inneren, einen zentralen

Durchgang (4) für die zu kühlenden Medien darstellenden Rohr (2) und einem äußeren, das innere Rohr in einem solchen Abstand umgebenden Rohr (3), daß zwischen diesen ein peripherer ringförmiger Zwischenraum (5) gebildet wird, der die « Wasserwand » bildet, in welcher die zu erwärmende Flüssigkeit strömt, und der mit außen über zwei auf dem äußeren Rohr (3) angeordneten für den Eintritt der zu erwärmenden Flüssigkeit in den ringförmigen Zwischenraum (5) beziehungsweise für ihren Austritt vorgesehenen Rohrstutzen (8, 9) in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher wenigstens ein den zentralen Bereich des inneren Rohres (2) in Längsrichtung durchquerendes Rohr (10) umfaßt, das mit der Wasserwand (2, 3) derart verbunden ist, daß die zu erwärmende Flüssigkeit den Wärmetauscher unter Aufteilung in zwei parallele Bahnen durchströmt.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wasserwand (2, 3) mit mehrfachen Durchgängen durch eine Aufteilung des ringförmigen Zwischenraums (5) mit Hilfe von parallelen, mit gegenseitigem Abstand angeordneten Stegen (14) erreicht wird, die versetzt zueinander entlang den Erzeugenden des Innenrohres (2) angeordnet sind und zwischen sich Längskammern (15) bilden, die jeweils an einem ihrer Enden miteinander in Verbindung stehen und von der zu erwärmenden Flüssigkeit durchströmt werden.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Eintrittsrohrstutzen (8) und der Austrittsrohrstutzen (9) winkelmäßig einander diametral gegenüber angeordnet sind und daß die Aufteilung des ringförmigen Zwischenraums (5) diesen in zwei gleichwertige parallele Bahnen unterteilt, von denen jede eine Hälfte der Oberfläche des Innenrohres (2) überdeckt.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Eintrittsrohrstutzen (8) und der Austrittsrohrstutzen (9) benachbarte Winkelpositionen aufweisen und daß die Aufteilung des ringförmigen Zwischenraums (5) diesem eine Bahn verleiht, die die gesamte Oberfläche des inneren Rohres (2) überdeckt.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die Rohre (10) an ihren jeweiligen Enden über auf dem inneren Rohr (2) angebrachte Öffnungen (12, 13) in den ringförmigen Zwischenraum (5) münden.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (12, 13) in unmittelbarer Nähe der auf dem äußeren Rohr (3) vorgesehenen Stellen der Rohrstutzen (8, 9) angeordnet sind.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 3 und 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. die Rohre (10) in entgegengesetzte Richtungen abgebogene, ihnen eine S-förmige Gestalt verleihende Endbereiche aufweisen.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 4 oder 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr

bzw. die Rohre (10) in die gleiche Richtung abgebogene, ihnen eine U-förmige Gestalt verleihende Endbereiche aufweisen.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (14) auf dem inneren Rohr (2) mit unterschiedlichen Abständen angeordnet sind derart, daß der Durchtrittsquerschnitt der Kammern (15) in Strömungsrichtung der zu erwärmenden Flüssigkeit fortlaufend abnimmt.

10. Wärmetauscher nach einem der voraufgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß das innere Rohr (2) an einem seiner Enden mit Mitteln versehen ist, die dem äußeren Teil der Strömung der zu kühlenden Gase eine kreisende Bewegung erteilen.

5 11. Wärmetauscher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß diese Mittel aus Schaufeln (26) bestehen, die hochkant an der Innenwand des Rohres (2) befestigt und winkelmäßig in Bezug auf die Längsachse (11) 10 derart gleichsinnig versetzt angeordnet sind, daß sie außerhalb jeder durch die Längsachse hindurchgehenden Ebene liegen.

15

20

25

30

35

40

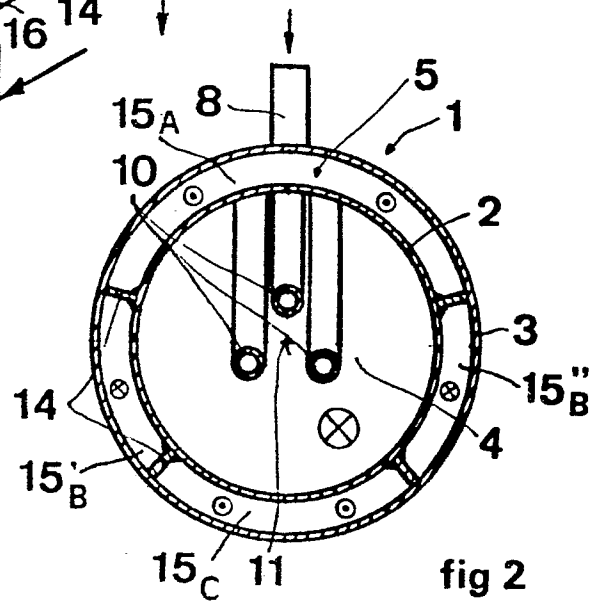
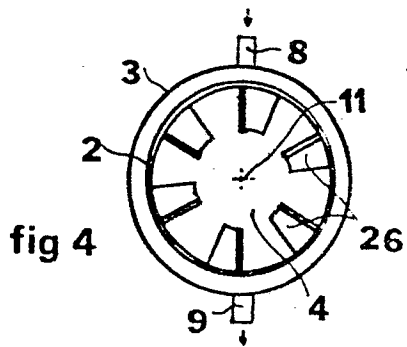
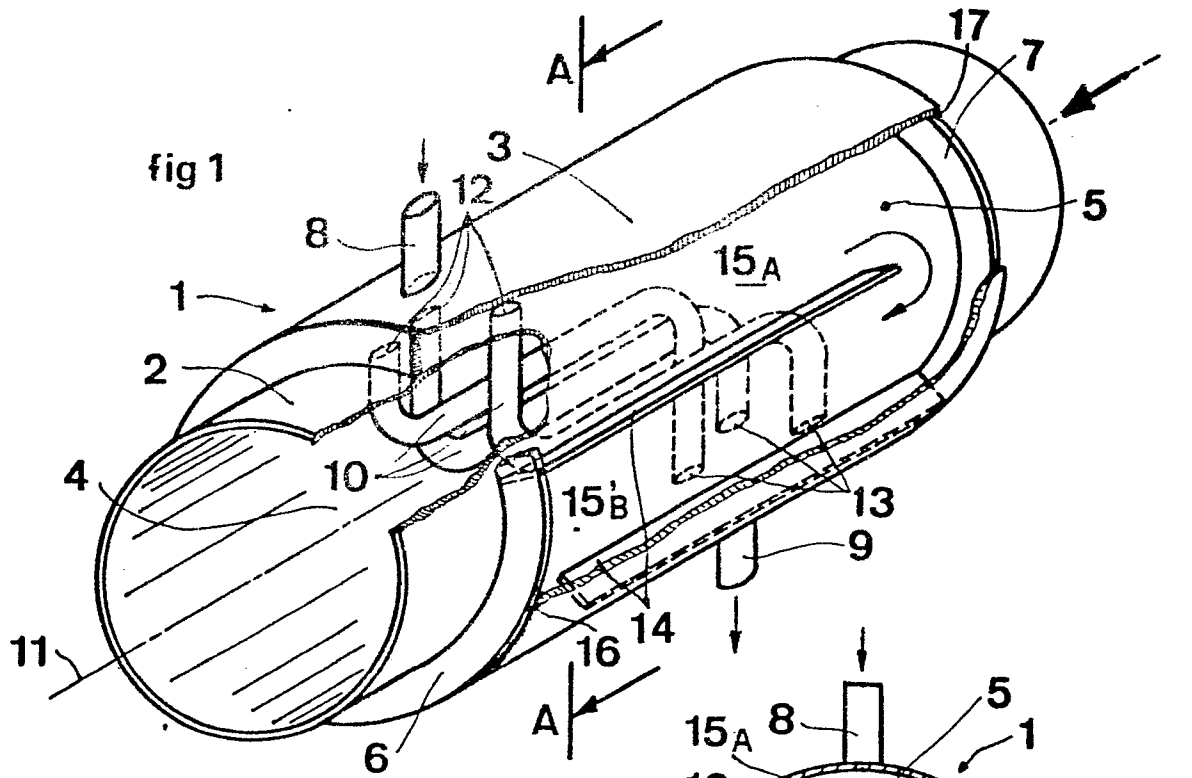
45

50

55

60

65



coupe A A

