



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1011016A3

NUMERO DE DEPOT : 09601014

Classif. Internat. : F28F F28D

Date de délivrance le : 06 Avril 1999

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 05 Décembre 1996 à 14H15 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : ASEA BROWN BOVERI AG
CH-5401 BADEN(SUISSE)

représenté(e)(s) par : KEUTERICKX Joseph, OFFICE PARETTE (Fred. Maes) S.c.A.,
Avenue Gabrielle Petit 2 - B 7940 BRUGELLETTE.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : ECHANGEUR DE CHALEUR CONVECTIF A CONTRE-COURANT.

PRIORITE(S) 05.12.95 DE DEA19545308

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 06 Avril 1999
PAR DELEGATION SPECIALE :


L. WUYTS
CONSEILLER

ECHANGEUR DE CHALEUR CONVECTIF A CONTRE-COURANT

1

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un échangeur de chaleur convectif à contre-courant, constitué essentiellement d'un faisceau tubulaire équipé de tubes à ailettes et disposé dans une enveloppe cylindrique, les tubes parcourus par le liquide étant connectés du côté de l'entrée et du côté de la sortie à un collecteur qui traverse l'enveloppe, tandis que l'enveloppe est équipée d'une tubulure d'entrée des gaz et d'une tubulure de sortie des gaz.

10

ETAT ACTUEL DE LA TECHNIQUE

Les problèmes de transfert de chaleur par convection entre un gaz et un liquide sont bien connus d'après la littérature. Le processus de transfert de chaleur est contrôlé quantitativement par la phase gazeuse, car celle-ci constitue la résistance thermique de la chaîne. Pour maîtriser ce problème, on a utilisé dans les appareils d'échange thermique des surfaces structurées telles que des nervures, des noppes ou des rainures disposées sur le côté de la phase gazeuse, lesdites surfaces structurées étant désignées par le terme général "extended surfaces".

20

Les turbines à gaz de la génération moderne et de la classe de puissance supérieure fonctionnent avec des températures d'entrée de la turbine très élevées, ce qui rend indispensable un refroidissement de la chambre de com-

25

bustion, des rotors et des aubages. A cet effet, de l'air fortement comprimé est généralement soutiré à la sortie du compresseur. Comme une fraction très importante de l'air comprimé est utilisée pour la combustion à pré-mélange qui est actuellement usuelle, il ne reste qu'un minimum d'air froid pouvant servir au refroidissement. D'autre part, cet air destiné au refroidissement est déjà très chaud par suite de la compression et un refroidissement préalable de celui-ci est donc souhaitable. On connaît déjà le refroidissement par pulvérisation d'eau ("gas-quenching"); avec cette méthode, la chaleur de haute valeur de l'air de refroidissement, dont la proportion peut atteindre jusqu'à 20 MW dans les machines actuelles, n'est seulement utilisée que partiellement. Il en résulte qu'il est souhaitable d'utiliser des récupérateurs de chaleur comme refroidisseurs de courant partiel pour le refroidissement en retour, en particulier si la turbine à gaz fonctionne selon un cycle combiné de turbines à gaz et à vapeur avec production de vapeur secondaire.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

L'invention a pour objet de proposer un échangeur de chaleur convectif à contre-courant avec un rendement thermodynamique utile élevé, utilisable pour des températures élevées des gaz et des liquides et fonctionnant sous haute pression. Les impératifs thermohydrauliques particuliers propres à cette classe d'appareils est alors la suivante: température d'entrée du gaz élevée comprise entre 300 et 530°C, pression élevée du côté du gaz comprise entre 20 et 354 bar, pression élevée du côté du liquide comprise entre 120 et 150 bar, faible perte de pression dans le gaz et le liquide et domaine d'échauffement relativement grand du liquide jusqu'à 200°C en vue de la récupération de chaleur.

Ce résultat est atteint, conformément à l'invention, grâce au fait que :

- le faisceau tubulaire constitué d'un grand nombre de tubes à plusieurs couches présente une section rectangulaire et est placé dans un caisson rectangulaire qui est constitué essentiellement de quatre parois de caisson extérieures qui sont placées dans l'enveloppe et forment avec l'enveloppe un espace annulaire,
- les tubes forment, entre les deux collecteurs, un serpentín tubulaire fermé et sont pourvus, dans leur partie droite, d'ailettes soudées,
- les courbes tubulaires assemblant les parties de tube droites ne sont pas pourvues d'ailettes et sont disposées de part et d'autre des parties de tube droites, dans des compartiments qui ne sont pas parcourus par le gaz,
- les compartiments sont limités dans la direction longitudinale des tubes par une paroi de caisson extérieure et une paroi de caisson intérieure et s'étendent sur toute la hauteur du caisson parcourue par l'écoulement,
- le caisson parcouru par l'écoulement débouche du côté de la sortie dans un dôme limité par l'enveloppe,
- et la tubulure de sortie du gaz est disposée dans l'enveloppe, à l'extrémité de l'enceinte annulaire opposée au dôme.

Grâce à cet appareil, qui réalise le principe d'un écoulement à contre-courant, on obtient un degré d'utilisation optimal de la différence de température disponible utilisable. Selon les prestations requises qui se traduisent par des surfaces de transfert thermique de grandeurs différentes, il est possible de réaliser, en vue de la fabrication en série, un appareil à une seule enveloppe ou un appareil à double enveloppe. Ceci a une impor-

tance particulière car l'encombrement peut jouer un rôle décisif tant pour le montage que pour l'entretien.

Pour assurer un bon refroidissement de l'enveloppe, la nouvelle disposition à caisson avec passage de l'écoulement dans une enceinte intérieure fermée autour de la partie à ailettes des tubes et avec passage à l'extérieur du caisson d'un gaz déjà refroidi présente une grande importance. Cette dernière caractéristique est également importante pour ce qui concerne la sécurité de fonctionnement, qui est une caractéristique essentielle.

Il est particulièrement favorable que des éléments déviant l'écoulement soient disposés dans l'enceinte annulaire dans la région de la sortie du caisson. Grâce à cette disposition, une surchauffe locale des parois du caisson balayées par le gaz peut être évitée.

Lorsqu'on utilise un appareil de ce genre dans un processus combiné, il faut notamment considérer comme avantageux le fait que la chaleur de haut niveau thermique du procédé reste complètement conservée.

20

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Les figures représentent un exemple de réalisation de l'invention, sous forme d'une vue schématique d'une installation combinée de centrale à gaz et à vapeur. Pour faciliter la compréhension de l'invention, seuls les éléments essentiels ont été représentés. La direction d'écoulement des fluides de travail est représentée par des flèches.

La figure 1 représente un schéma de commutation simplifié d'une installation combinée de centrale à gaz et à vapeur;

La figure 2 représente une coupe partielle dans deux échangeurs de chaleur à contre-courant connectés dans la direction transversale des tubes;

35

La figure 3 représente une coupe partielle dans un échangeur de chaleur à contre-courant dans la direction longitudinale des tubes;

La figure 4 représente une coupe transversale
5 dans un échangeur de chaleur;

La figure 5 représente une vue par le dessous de la disposition représentée par la figure 2.

MOYEN DE REALISATION DE L'INVENTION

10 Comme le montre la figure 1, l'air frais aspiré de l'atmosphère dans le circuit de la turbine à gaz est comprimé dans un compresseur 2 jusqu'à la pression de travail. L'air comprimé est fortement échauffé, par exemple,
15 dans une chambre de combustion 3 alimentée par du gaz naturel et le gaz de combustion ainsi obtenu est détendu dans une turbine à gaz 4 en fournissant du travail. L'énergie ainsi obtenue est fournie à un générateur 5 ou au compresseur 2. Les gaz résiduels encore chauds de la turbine à gaz sont amenés par une conduite 6 de la sortie de la turbine à gaz jusqu'à une installation de production de chaleur perdue 7 et sont rejetées ensuite à l'extérieur par une cheminée, non représentée, après avoir cédé leur chaleur.

Dans le circuit de la turbine à vapeur, une turbine à vapeur de trois étages 9, 10 et 11 est disposée sur
25 le même arbre que la turbine à gaz. La vapeur de travail détendue en 11 est condensée dans un condensateur 13. Le condensat est directement envoyé au générateur de vapeur 7 au moyen d'une pompe à condensat 14. L'installation représentée ne présente généralement pas de préchauffeur à basse pression, de réservoir d'eau d'alimentation et de préchauffeur à haute pression généralement chauffé par la vapeur de soutirage.

L'installation de production de vapeur perdue 7
35 est une chaudière verticale et, dans le présent cas, elle fonctionne selon un cycle de vapeur à deux pressions.

Le système à basse pression est un système à circulation avec tambour, pour lequel on a recours à un système à circulation forcée. Il est constitué, dans le parcours des gaz de fumées de la chaudière, d'un préchauffeur à basse pression 15 dans lequel le condensat est introduit, de l'évaporateur à basse pression 16 et du surchauffeur à basse pression 19. L'évaporateur à basse pression est connecté au tambour 17 par une pompe de circulation. La vapeur surchauffée est amenée par une conduite de vapeur à basse pression 25 à un étage approprié de la turbine à gaz à basse pression 11.

Le système à haute pression est un système à passage forcé et peut donc fonctionner avec des paramètres, soit sous-critiques soit supercritiques. Il est constitué, dans le trajet des gaz de fumées de la chaudière essentiellement du préchauffeur à haute pression 21, de l'évaporateur à haute pression 22 et du surchauffeur à haute pression 23. Le préchauffeur à haute pression 21 reçoit le fluide de travail provenant du tambour à basse pression 17 et amené par une pompe d'alimentation 20. De cette manière, le réservoir d'eau d'alimentation généralement utilisé peut être supprimé. La vapeur surchauffée est amenée par une conduite de vapeur fraîche 24 dans la partie à haute pression 9 de la turbine à gaz. Entre la sortie de celle-ci et l'entrée de la turbine à moyenne pression 10, la vapeur partiellement détendue est réchauffée à nouveau dans un surchauffeur intermédiaire 26.

L'air utilisé pour le refroidissement est amené par une conduite d'air 27 partant de la sortie du compresseur 2 en direction du refroidisseur à courant partiel, qui est en deux parties dans l'exemple représenté. Partant de la tubulure de sortie d'air de celui-ci, l'air refroidi est amené par une tuyauterie de refroidissement 29 aux différents utilisateurs. Le refroidisseur à courant partiel est connecté, du côté du circuit d'eau, au tambour à basse

pression 17 de l'installation de production de vapeur perdue 7 au moyen des conduites 1 et 8.

Ce refroidisseur à courant partiel 28 - qui sera appelé ci-après échangeur de chaleur à contre-courant et
5 qui sera décrit plus en détail à l'aide de la figure 2 - est un appareil dit "duplex" qui fonctionne en montage en série avec les connexions internes suivantes; la tubulure de sortie du gaz 32 et le collecteur de liquide 33 du côté de l'entrée d'un premier échangeur de chaleur 30 sont donc
10 connectés à la tubulure d'entrée de gaz 131 et le collecteur de liquide du côté de la sortie 134 à un deuxième échangeur de chaleur 130, respectivement.

Dans la suite de la description, le gaz sera appelé "air" et le liquide "eau". Par conséquent, la conduite
15 d'air 27 représentée par la figure 1 vers la tubulure d'entrée d'air 31 du premier échangeur de chaleur 30 et la conduite de refroidissement 29 partent de la tubulure de sortie d'air 132 du deuxième échangeur de chaleur 130. D'autre part, le collecteur d'eau 133 du côté de l'entrée du deuxième échangeur de chaleur 30 est alimenté par la conduite
20 1 (au moyen d'une pompe de circulation, non représentée sur la figure 1) et l'eau chauffée est envoyée depuis le collecteur d'eau du côté de la sortie 34 du premier échangeur de chaleur 30 par la conduite 8 vers le tambour 17.

25 L'échangeur de chaleur à contre-courant représenté dans la moitié droite de la figure 2 ainsi que dans les figures 3 et 4 présente une enveloppe cylindrique 35 entourant les surfaces de transfert, ladite enveloppe étant entourée en pratique d'une isolation extérieure non représentée. L'enveloppe est cintrée à ses extrémités supérieure
30 et inférieure.

Le faisceau tubulaire 36 est constitué d'un grand nombre de tubes en couches placées les unes à côté des autres, qui forment des serpentins tubulaires fermés. Un
35 serpentins tubulaire de ce genre est constitué d'un certain

nombre de tubes droits 37 disposés les uns sur les autres en direction du passage de l'air, qui sont connectés les uns aux autres à leurs deux extrémités par des courbes tubulaires 38 soudées. Comme les tubes superposés les uns
5 près des autres présentent tous la même longueur, le faisceau 36 possède une section de forme rectangulaire. Le nombre de tubes placés les uns à côté des autres est choisi avantageusement en tenant compte de la longueur des tubes, de façon à obtenir une forme au moins approximativement
10 carrée qui peut être insérée avantageusement dans l'enveloppe cylindrique.

Au-dessus et en dessous du faisceau sont disposés des collecteurs auxquels les serpentins tubulaires sont soudés par leurs deux extrémités. Dans le cas présent, rela-
15 tif à un appareil vertical 30, l'écoulement de l'eau se produit de haut en bas, c'est-à-dire depuis un collecteur 33 du côté de l'entrée, à travers les tubes, jusqu'à un collecteur 34 du côté de la sortie. Les deux collecteurs traversent l'enveloppe 35 de manière appropriée pour être
20 connectés aux conduites d'adduction et d'évacuation correspondantes. Dans les plans correspondants des collecteurs 33, 34, l'enveloppe 35 est pourvue d'orifices d'accès 55 fermés par des coiffes soudées 54. Comme la température d'entrée de l'air peut être très élevée, le collecteur
25 d'eau 34 inférieur et du côté de la sortie est isolé thermiquement en outre au moyen d'un écran de protection annulaire 53. Cette disposition existe au moins dans la région où il est exposé au passage de l'air.

Les tuyaux droits 37 sont des tubes à ailettes, qui sont généralement des ailettes enroulées en hélices et soudées en continu au tube central. A leurs deux extrémités
30 dépourvues d'ailettes, ces tubes sont pourvus d'une zone préparée pour la soudure qui repose dans des registres. Deux tubes droits 37, directement superposés, sont assem-
35 blés l'un à l'autre des deux côtés au moyen d'une courbe

tubulaire 38 sans ailettes. Tous les registres superposés dans lesquels sont placés les tubes droits forment, dans l'extension longitudinale du faisceau, une paroi 39 limitant l'écoulement qui empêche que les courbes tubulaires 38
5 soient exposées au passage de l'air.

Ces parois limitant l'écoulement 39 forment les parois internes d'un caisson 40 qui contient le faisceau tubulaire 36 sur toute sa longueur. Le caisson est formé de deux parois latérales de caisson 41 disposées dans la direction longitudinale des tubes et de deux parois de caisson extérieures 42 disposées transversalement. Les quatre
10 parois 42, 42 sont supportées dans l'enveloppe 35 par des entretoises 43. Les quatre parois de caisson définissent, avec la paroi intérieure de l'enveloppe, une enceinte annulaire 44.
15

Entre les deux parois intérieures 39 et les parois extérieures correspondantes 42 sont donc formés des compartiments 45 qui s'étendent sur toute la hauteur du caisson. Les courbes tubulaires 38 pénètrent dans ces
20 compartiments. Les compartiments sont subdivisés plusieurs fois en direction de la hauteur par des plaques horizontales 49 qui sont assemblées avec intervalles réguliers aux parois 39 et 42. Grâce à cette disposition, un écoulement à convection libre ne peut pas se produire dans le compartiment. Cette disposition se justifie par le fait que la
25 convection libre se transforme en conduction thermique si les cavités fermées sont suffisamment petites. Le grandeur de ces cavités peut donc être déterminée en fonction du nombre de plaques 49.

30 On peut constater que l'ensemble des tubes utiles pour le transfert de chaleur est disposé dans le caisson. De ce fait, le principe de l'écoulement à contre-courant se trouve assuré. Du fait que la partie sans ailettes des courbes des tubes se trouve dans les compartiments latéraux
35 et que ceux-ci sont en outre subdivisés par les plaques, on

peut éviter un écoulement en by-pass qui pourrait nuire sensiblement au rendement de l'appareil.

L'enveloppe 35 présente, à son extrémité cintrée inférieure, une ouverture pour la tubulure d'entrée de l'air 31. Celle-ci est suspendue dans l'enveloppe au moyen d'un écran de protection thermique 46 (Thermosleeve) et est connectée, à son extrémité sortant de l'appareil, par la conduite d'air 27. La transition de la tubulure d'entrée circulaire 31 à la section de faisceau rectangulaire s'effectue au moyen d'un adaptateur 47 ayant une configuration appropriée. Celui-ci est assemblé aux parois 39 et 41, qui limitent l'écoulement par leurs faces internes.

Le faisceau tubulaire 36 est subdivisé en plusieurs faisceaux partiels dans sa direction longitudinale, chacun de ces faisceaux présentant entre eux une enceinte d'équilibrage de pression 48. Cette construction modulaire avec enceinte intermédiaire présente en outre un autre avantage. Outre la possibilité de préfabriction des faisceaux partiels, le montage se trouve facilité et il existe un espace pour éliminer la suie des tubes, au cas où ceci serait nécessaire.

Le caisson 40, parcouru de bas en haut par l'air à refroidir, débouche du côté de la sortie (50) dans un dôme 51 limité par l'enveloppe 35. Dans ce dôme, l'air, dorénavant froid, est dévié et amené en direction descendante dans l'enceinte annulaire 44. Il joue ainsi le rôle particulièrement important de refroidissement de l'enveloppe. Pour rendre cette disposition encore plus efficace on peut disposer, dans la région de la sortie du caisson 50, des moyens 52 déviant l'écoulement sous la forme de simples déflecteurs. Ceux-ci sont dimensionnés et disposés de façon à conférer à l'écoulement d'air un mouvement hélicoïdal qui assure un balayage complet de la paroi de l'enveloppe. Ce balayage par l'air est très important pour empêcher une surchauffe de l'enveloppe 35 isolée intérieure-

ment, et cela en particulier dans sa partie inférieure. Pendant le fonctionnement, l'enveloppe prend, au moins approximativement, la température des parois du caisson sous l'effet du rayonnement et de la convection.

5 On peut ainsi constater l'importance du revêtement du caisson, qui sera décrit à l'aide d'un exemple numérique. Si l'on admet que la température d'entrée de l'air est égale à environ 500°C, le tube est disposé de façon que, en fonction de la température d'entrée de l'eau, la
10 sortie du caisson 50 présente une température de l'air d'environ 240°C. Le revêtement a donc pour rôle, d'une part, de diminuer l'effet de rayonnement de la chaleur qui serait notable à environ 250°C et, d'autre part, de diminuer le transfert de chaleur par convection entre le caisson et l'enveloppe. L'enveloppe prendra donc approxima-
15 tivement la température de l'air refroidi, c'est-à-dire environ 240°C, ce qui permet une très grande sécurité de fonctionnement grâce à une disposition appropriée avec des valeurs de résistance favorables, car la pression probable
20 de l'air à refroidir est égale à environ 34 bar.

Compte tenu de ces considérations, la tubulure de sortie d'air 32 est disposée dans l'enveloppe 35 à l'extrémité de l'enceinte annulaire 44 qui est opposée au dôme 51.

La disposition duplex, représentée par la figure
25 2 avec deux appareils, peut se justifier par les considérations suivantes, dans lesquelles les valeurs numériques ne présentent qu'un caractère d'exemple, car celles-ci dépendent en réalité d'un trop grand nombre de paramètres :

Outre l'état d'entrée précité de l'air à refroidir, qui est de 3,4 bar et 500°C, le débit d'air est égal
30 à environ 35 kg/sec. La température d'entrée de l'eau est égale à environ 155°C, l'intervalle d'échauffement de l'eau est prévu égal à 165°C, le débit massique d'eau est égal à 15,5 kg/sec. Ceci nécessite, du côté de l'air, une surface
35 de transfert thermique proche de 2000 m².

Si l'on admet un appareil dont le diamètre d'enveloppe ne doit notablement pas dépasser 2 m et si l'enceinte annulaire 44 doit être facilement parcourue par l'écoulement, les largeurs de paroi du caisson doivent être
5 égales à environ 1200mm.

Si l'on utilise des tubes de 1" de diamètre extérieur, des ailettes d'un diamètre de 1 3/4" de diamètre et 350 ailettes/mct, on obtient le nombre de tubes superposés dans une couche de tubes en tenant compte de la largeur de
10 montage des tubes. D'autre part, si l'on tient compte de la hauteur de montage des couches de tubes ainsi que des espaces d'équilibrage à prévoir entre les faisceaux partiels, on obtient ainsi le nombre des couches de tubes à superposer. En calculant l'encombrement des deux extrémités cin-
15 trées du manteau ainsi que des collecteurs d'eau, il est alors facile de déterminer que l'on arrive à un appareil ayant une hauteur disproportionnée.

On pourrait proposer alors comme solution de subdiviser l'appareil en deux parties montées en série, la subdivi-
20 sion pouvant s'effectuer avantageusement, pour le motif déjà cité, de façon que la température de l'air soit égale à environ 240°C à l'interphase entre les deux parties de l'appareil. Ceci correspond à l'interphase entre les appareils à une température de l'eau d'environ 185°C. D'un
25 point de vue constructif, on peut alors recourir aux solutions suivantes :

- La tubulure de sortie de l'air 32 du premier échangeur 30 et la tubulure d'entrée d'air 131 du deuxième échangeur 130 se trouvent dans le même plan c'est-à-dire, dans le cas
30 présent, à la même hauteur. L'air refroidi parcourt donc l'enceinte annulaire 144 du deuxième échangeur 130 en allant de bas en haut. Il est dévié dans le dôme 151 et parcourt, en contre-courant avec l'eau, l'entrée de caisson 150 ouverte vers le haut du deuxième échangeur 130. Par la
35 tubulure de sortie d'air 132, le fluide de travail quitte

l'appareil sous forme d'air refroidi à une température d'environ 170°C. Dans le cas présent, l'air est donc refroidi de 330°C.

- 5 - Les collecteurs 33 du premier échangeur 30 se trouvant au même niveau du côté de l'entrée et les collecteurs 134 du deuxième échangeur 130 du côté de la sortie sont conçus comme des éléments continus d'une pièce.

10 Le collecteur 133 du côté de l'entrée du deuxième échangeur 130 est disposé à la même hauteur que le collecteur d'eau 34 du côté de la sortie du premier échangeur 30. Si les appareils sont verticaux, les conduites d'entrée et de sortie des deux collecteurs se trouvent, de préférence, en dessous de la connexion de la tubulure de sortie d'air 15 32 avec la tubulure d'entrée d'air 131. Comme c'était déjà le cas pour le premier appareil partiel, l'enveloppe 135 du deuxième échangeur est équipé, dans la région des collecteurs 133 et 134, d'orifices d'accès 55 fermés par des coiffes soudées 54.

20 Comme les collecteurs d'eau 133 et 45 se trouvent au même niveau, l'alimentation 56 et l'évacuation 57 correspondantes sont aussi placées avantageusement dans ce plan. La figure 5 représente une disposition possible de ces raccordements, qui s'adaptent entre ces enveloppes en 25 dépit de l'isolation extérieure de manteau non représentée.

L'invention n'est évidemment pas limitée à l'exemple de réalisation décrit et représenté. D'une manière générale, le nouveau principe d'appareil est applicable à tous les processus dans lesquels les fluides de travail 30 utilisés présentent des températures ou des pressions élevées. Il peut même être utilisé avec succès dans le cas des refroidisseurs ou des évaporateurs. Au lieu de la disposition verticale représentée, les nouveaux échangeurs de chaleur à contre-courant peuvent évidemment être aussi 35 disposés horizontalement.

LISTE DES NUMEROS DE REFERENCE

	1	Conduite provenant du tambour 17 vers 28
	2	Compresseur
	3	Chambre de combustion
5	4	Turbine à gaz
	5	Générateur
	6	Conduite de gaz de fumées
	7	Installation de production de vapeur perdue
	8	Conduite de 28 vers le tambour 17
10	9	Turbine à haute pression
	10	Turbine à moyenne pression
	11	Turbine à basse pression
	13	Condenseur
	14	Pompe de condensat
15	15	Préchauffeur à basse pression
	16	Evaporateur à basse pression
	17	Tambour à basse pression
	18	Pompe de circulation
	19	Surchauffeur à basse pression
20	20	Pompe d'eau d'alimentation
	21	Préchauffeur à haute pression
	22	Evaporateur à haute pression
	23	Surchauffeur à haute pression
	24	Conduite de vapeur vive
25	25	Conduite de vapeur à basse pression
	26	Surchauffeur intermédiaire
	27	Conduite d'air
	28	Refroidisseur à courant partiel
	29	Conduite de refroidissement
30	30	Premier échangeur de chaleur
	130	Deuxième échangeur de chaleur
	31	Première tubulure d'entrée de gaz
	131	Deuxième tubulure d'entrée de gaz
	32	Première tubulure de sortie de gaz
35	132	Deuxième tubulure de sortie de gaz

	33	Premier collecteur de liquide du côté de l'entrée
	133	Deuxième collecteur de liquide du côté de l'entrée
	34	Premier collecteur de liquide du côté de la sortie
	133	Deuxième collecteur de liquide du côté de la sortie
5	35	Enveloppe
	36	Faisceau tubulaire
	37	Tube droit
	38	Courbe tubulaire
	39	Paroi limitant l'écoulement, paroi interne du caisson
10	40	Caisson
	41	Paroi du caisson
	42	Paroi du caisson
	43	Entretoise
	44	Enceinte annulaire de 30
15	144	Enceinte annulaire de 130
	45	Compartiment
	46	Ecran de protection thermique
	47	Adapteur
	48	Espace d'équilibrage de pression
20	49	Plaque horizontale en 45
	50	Sortie de caisson de 30
	150	Entrée de caisson de 130
	51	Dôme de 30
	151	Dôme de 130
25	52	Moyen de déviation d'écoulement en 44
	53	Ecran de protection annulaire autour de 34
	54	Coiffe
	55	Orifice d'accès
	56	Alimentation
30	57	Evacuation

R E V E N D I C A T I O N S

1. Echangeur de chaleur convectif à contre-cou-
rant, constitué essentiellement d'un faisceau tubulaire (36)
5 disposé dans une enveloppe cylindrique (35), et pourvu de
tubes à ailettes (37), les tubes parcourus par le liquide
étant connectés du côté de l'entrée et du côté de la sortie
à un collecteur (33, 34) lesdits collecteurs traversant
l'enveloppe, et dans lequel l'enveloppe est pourvue d'une
10 tubulure d'entrée des gaz (31) et d'une tubulure de sortie
des gaz (32), caractérisé en ce que
le faisceau tubulaire (36), constitué d'un grand nombre de
tubes superposés, présente une section rectangulaire et est
15 placé dans un caisson rectangulaire (40) qui est formé es-
sentiellement de quatre parois de caisson extérieures (41,
42) qui sont placées dans l'enveloppe et forment avec l'en-
veloppe une enceinte annulaire (44),
en ce que les tubes forment, entre les deux collecteurs, un
faisceau tubulaire fermé et sont pourvus, dans leur partie
20 droite (37), d'ailettes soudées,
en ce que les courbes tubulaires (38) assemblant les par-
ties de tube droites ne sont pas pourvues d'ailettes et
sont placées de part et d'autre des parties de tube droi-
tes dans des compartiments (45) qui ne sont pas parcourus
25 par le gaz,
en ce que les compartiments (45) sont limités dans la di-
rection de la longueur des tubes par une paroi de caisson
externe (42) et une paroi interne (39) et s'étendent sur
toute la hauteur du caisson (40) parcourue par le courant,
30 en ce que le caisson parcouru par le courant débouche du
côté de la sortie (50) dans un dôme (51) limité par l'enve-
loppe (35),
et en ce que la tubulure de sortie du gaz (32) à l'extré-
mité de l'enceinte annulaire (44) opposée au dôme (51) est
35 disposée dans l'enveloppe,.

2. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le faisceau tubulaire (36) est subdivisé en direction longitudinale en plusieurs faisceaux partiels qui présentent entre eux des espaces d'équilibrage de pression (48).

3. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tubulure d'entrée de gaz (31) est connectée à l'enveloppe (35) par un écran de protection thermique (46).

4. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le collecteur de sortie de liquide (34) exposé au courant de gaz chaud est entouré par un écran de protection thermique (53).

5. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que des moyens (52) déviant l'écoulement sont disposés dans l'enceinte annulaire (44) dans la région de la sortie du caisson (50).

6. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe (35) est pourvue, dans le plan des collecteurs (33, 34), d'orifices d'accès (55) fermés par des coiffes soudées (54).

7. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 1 disposé en série, dans lequel la tubulure de sortie des gaz (32) et le collecteur du côté de l'entrée (33) d'un premier échangeur (30) sont assemblés à la tubulure d'entrée de gaz (131) ou au collecteur du côté de la sortie (134) d'un deuxième échangeur (130), caractérisé en ce que

la tubulure de sortie de gaz (32) du premier échangeur (30) et la tubulure d'entrée de gaz (131) du deuxième échangeur (130) se trouvent dans le même plan, et en ce que le collecteur du côté de l'entrée (33) du premier échangeur (30) et le collecteur du côté de la sortie (134) du deuxième échangeur (130) sont formés de composants continus en une pièce.

8. Echangeur de chaleur à contre-courant selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'alimentation (56) du collecteur du côté de l'entrée (133) du deuxième échangeur (130) et l'évacuation (57) du collecteur du côté de la sortie (34) du premier échangeur (30) se trouvent entre les enveloppes (35, 135) des deux échangeurs et sont disposées de préférence dans un même plan dans le cas d'appareils verticaux, de préférence en dessous de la connexion de la tubulure de sortie de gaz (32) du premier échangeur avec la tubulure d'entrée de gaz (131) du deuxième échangeur.

9. Utilisation d'un échangeur à contre-courant selon la revendication 1 ou 7 dans une installation combinée à turbine à gaz et à vapeur avec production de vapeur perdue, dans lequel la tubulure d'entrée de gaz (31) est connectée à la sortie d'un compresseur de turbine à gaz, et la tubulure de sortie de gaz (132) à une conduite d'air de refroidissement (29), tandis que les collecteurs du côté de l'entrée et du côté de la sortie (133, 34) sont connectés au tambour de vapeur (16) d'un générateur de vapeur perdue (7).

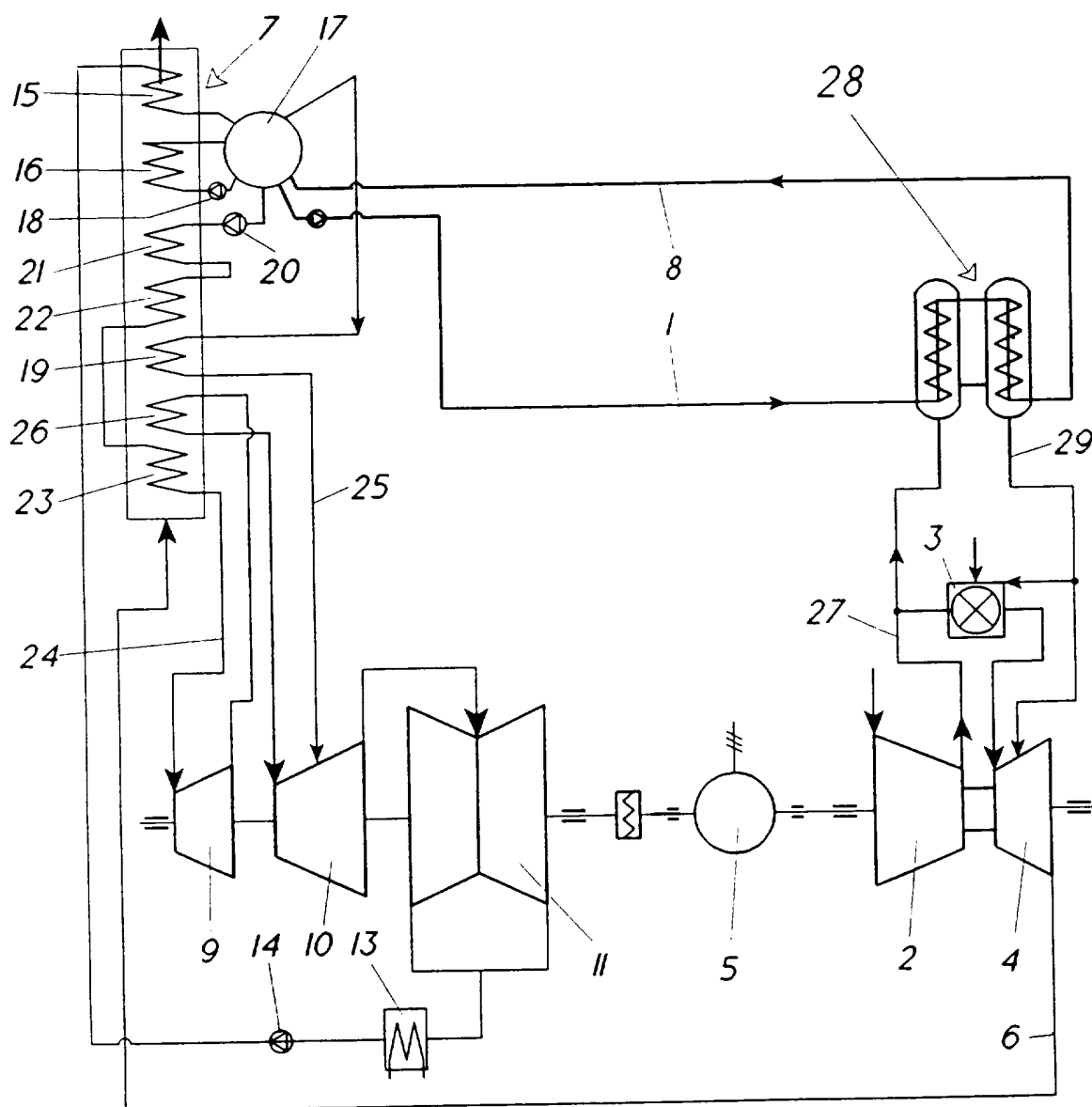


FIG. 1

20 FIG. 2

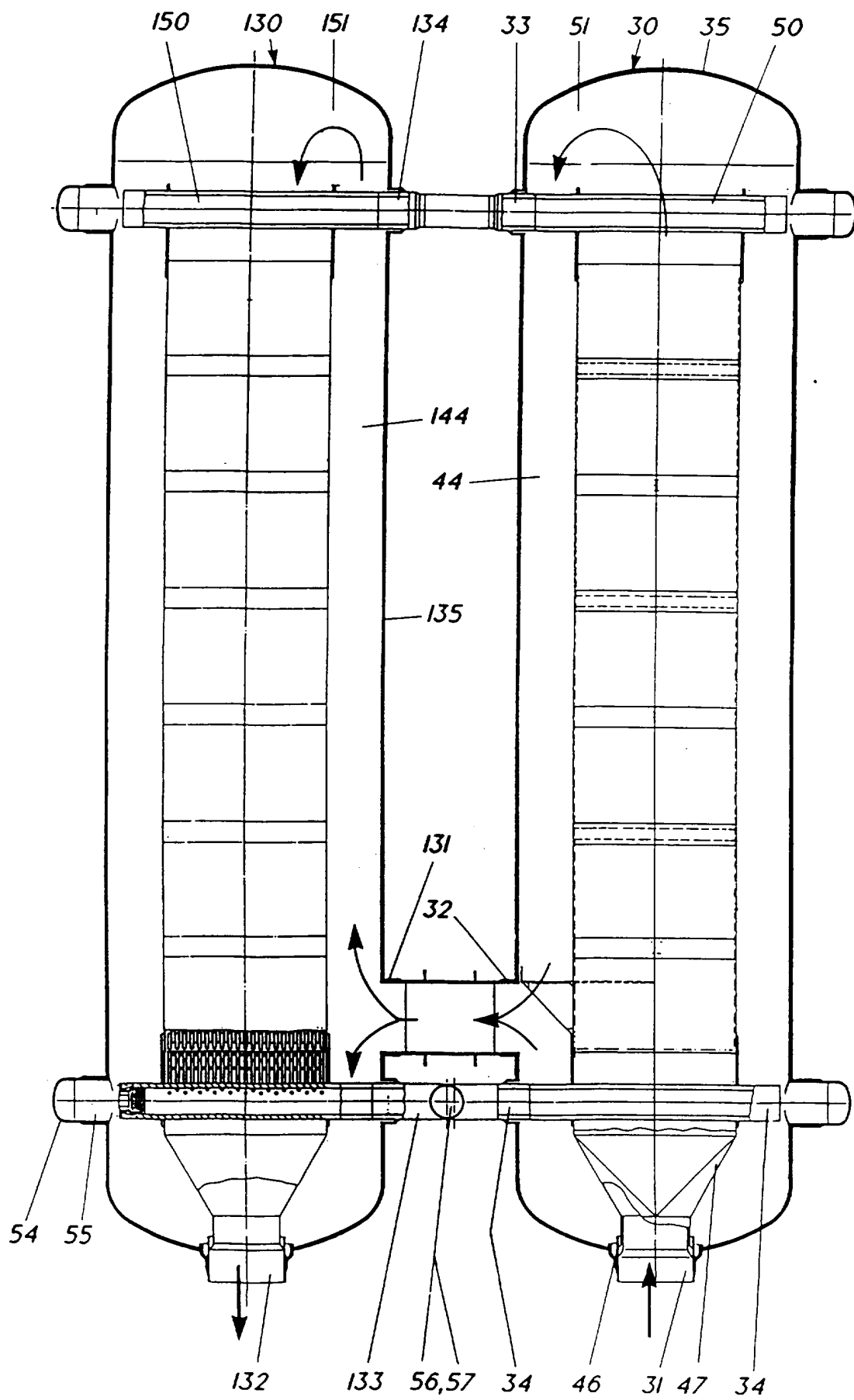
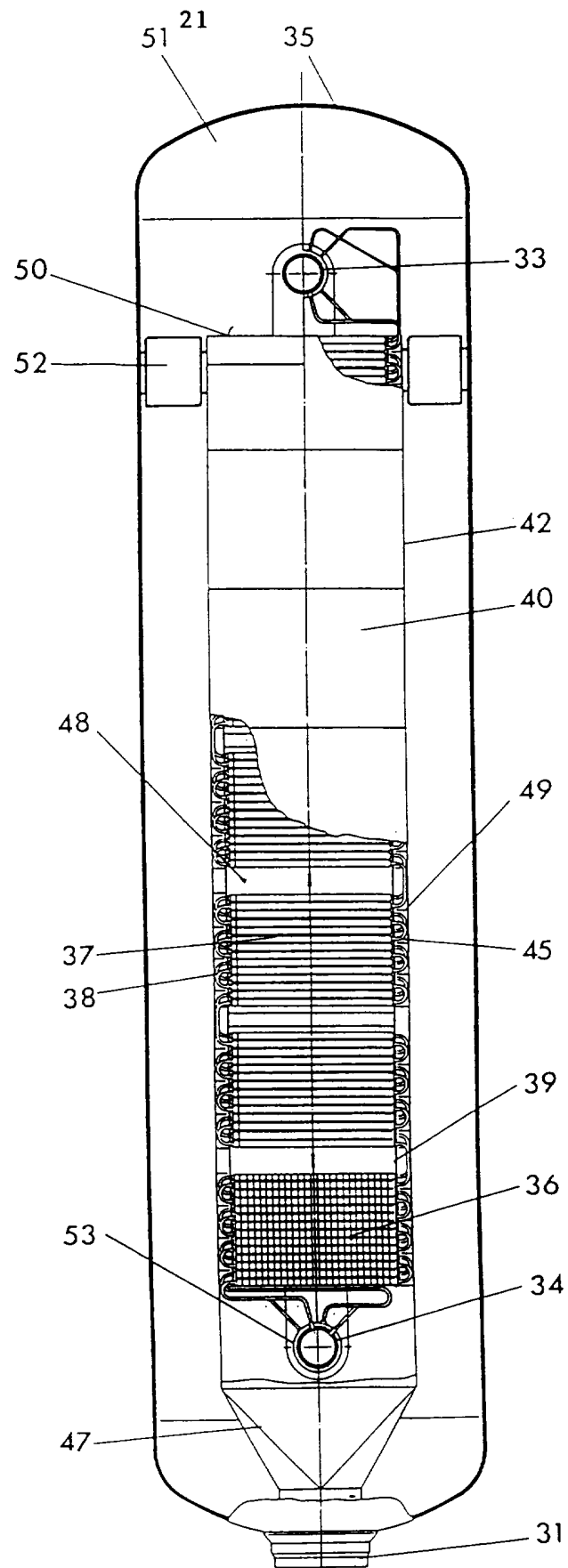


FIG. 3



22

FIG. 4

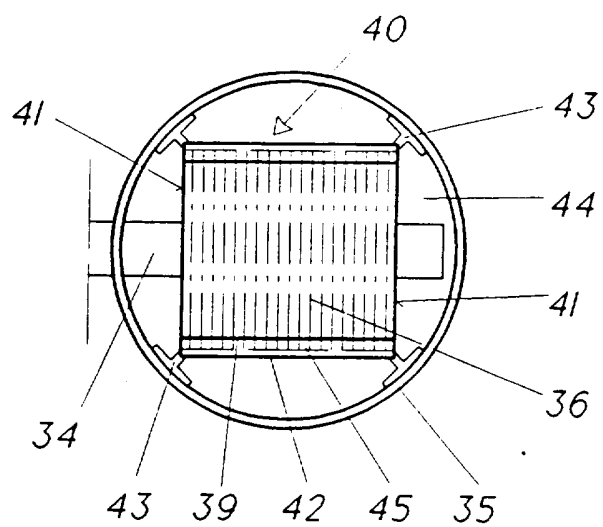
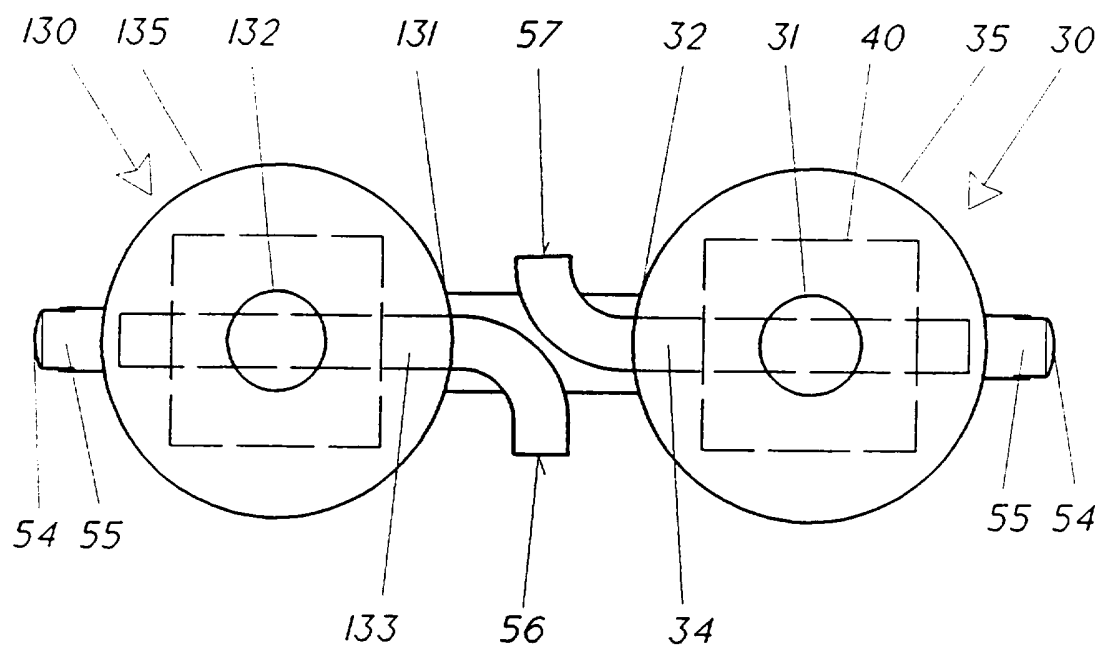


FIG. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 6363
BE 9601014

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)
Y	US 3 183 969 A (ALAN BELL) 18 mai 1965 * colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 21; figure 5 *	1	F28F9/00 F28D7/00
Y	FR 2 015 263 A (SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS BABCOCK & WILCOX) 24 avril 1970 * page 2 - page 3, ligne 23; figures *	1	
A	US 4 466 384 A (MAURER ERICH ET AL) 21 août 1984 * colonne 3, ligne 22 - ligne 56; figures 3,4 *	1	
A	US 4 422 411 A (THOROGOOD ROBERT M) 27 décembre 1983 * colonne 4, ligne 9 - colonne 5, ligne 61; figures 2,3 *	1	
A	US 4 899 814 A (PRICE RICHARD C) 13 février 1990 * colonne 2, ligne 58 - colonne 3, ligne 39; figures 1-4 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	CH 519 693 A (NORSK HYDRO) 14 avril 1972 * colonne 2, ligne 31 - colonne 3, ligne 42; figures *	1	F28F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 juillet 1998		Van Dooren, M	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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		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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 6363
BE 9601014

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

27-07-1998

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3183969 A	18-05-1965	AUCUN	
FR 2015263 A	24-04-1970	GB 1253995 A	17-11-1971
US 4466384 A	21-08-1984	DE 3208421 A	15-09-1983
		AU 549422 B	23-01-1986
		AU 1160383 A	15-09-1983
		BR 8301200 A	22-11-1983
		EP 0088221 A	14-09-1983
US 4422411 A	27-12-1983	AU 541401 B	03-01-1985
		CA 1169000 A	12-06-1984
		DE 3208467 A	16-12-1982
		GB 2100405 A,B	22-12-1982
		JP 1833684 C	29-03-1994
		JP 57200488 A	08-12-1982
		ZA 8201556 A	27-04-1983
US 4899814 A	13-02-1990	AU 628099 B	10-09-1992
		AU 4464489 A	23-05-1991
		CA 1331985 A	13-09-1994
CH 519693 A	29-02-1972	DE 2033128 A	04-02-1971
		GB 1320788 A	20-06-1973
		NL 7009885 A	06-01-1971
		US 3749160 A	31-07-1973