



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1009340A3

NUMERO DE DEPOT : 09500368

Classif. Internat. : B01D

Date de délivrance le : 04 Février 1997

Le Ministre des Affaires Economiques,

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 21 Avril 1995 à 15H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : GEA Luftkühler GmbH
Dorstener Str. 484, BOCHUM(REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE)

représenté(e)s par : DE PALMENAER Roger, BUREAU VANDER HAEGHEN - K.O.B. S.A., Rue
Colonel Bourg 108A, - B 1030 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : PROCEDE DE REFROIDISSEMENT DE GAZ BRUT CHAUD CHARGE DE SUBSTANCES
NOCIVES, ET AGENCEMENT POUR LA MISE EN OEUVRE DU PROCEDE.

INVENTEUR(S) : Voges Winfried, Görresstr. 24a, Herne (DE); Wurz Dieter, Gartenweg 7,
Baden-Baden (DE)

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 04 Février 1997
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur

Procédé de refroidissement de gaz brut chaud
chargé de substances nocives, et agencement
pour la mise en oeuvre du procédé

L'invention concerne d'une part un procédé de refroidissement de gaz brut chaud chargé de substances nocives avant un laveur de gaz éliminant le soufre du gaz brut, dans lequel le gaz brut est amené à un niveau de température plus bas pendant son passage par un parcours de refroidissement au moyen d'un fluide de refroidissement qui dissipe la chaleur.

D'autre part, l'invention concerne un agencement pour la mise en oeuvre du procédé qui comprend, en direction du courant de gaz brut et avant un laveur de gaz qui élimine le soufre du gaz brut, un refroidisseur de gaz brut auquel peut être appliqué d'une part le gaz brut et d'autre part un fluide de refroidissement qui dissipe la chaleur.

Dans le cas de la combustion de combustibles contenant du soufre, il y a génération, en dehors du dioxyde de soufre (SO_2), également de trioxyde de soufre (SO_3) selon des proportions limitées. Le trioxyde de soufre se condense dans un milieu contenant de la vapeur d'eau et lorsque l'on passe au-dessous d'une température dépendant essentiellement de la concentration en SO_3 et de la teneur en vapeur d'eau pour former de l'acide sulfurique (H_2SO_4) (température du point de rosée).

Ce procédé de condensation et de formation d'acide sulfurique est dans l'ensemble complexe. Si une surface est offerte à un gaz contenant de l'acide sulfurique et dont la température est située au-dessous du

point de rosée, l'acide sulfurique se dépose sur cette surface. En outre, on a constaté de façon surprenante que la sursaturation en SO_3 se décompose non seulement par condensation et formation de H_2SO_4 sur la surface froide, mais également par condensation d'acide sulfurique sur des
5 noyaux de condensation qui sont entraînés dans le gaz brut. Les gouttelettes d'acide sulfurique qui croissent sur les noyaux de condensation en partie très petits, et qui entourent ces derniers, sont également très petites. Leur masse représente en règle générale un multiple de la masse des noyaux de condensation.

10 Alors que le SO_2 peut être séparé selon un pourcentage élevé dans les installations de désulfuration de gaz brut (laveurs de gaz), la séparation de SO_3 ou de H_2SO_4 sous forme gazeuse et en particulier de petits aérosols d' H_2SO_4 pose dans la pratique de gros problèmes. Dans le cas de processus de séparation fonctionnant par diffusion
15 (lavage de gaz), ces aérosols sont en fait beaucoup trop gros. Par ailleurs, et malgré leur croissance par absorption de vapeur d'eau dans un milieu saturé de vapeur d'eau d'un laveur de gaz, ils sont trop petits pour qu'ait lieu une séparation par inertie significative. En tout cas, ils sont situés au-dessous des conditions limites qui
20 règnent dans un laveur de gaz. Ceci a pour conséquence que pour une charge élevée en SO_3 d'un gaz brut, le pourcentage prépondérant de l'émission de soufre est formé par des aérosols d'acide sulfurique.

L'émission d'aérosols d'acide sulfurique ne doit pas être cependant considérée seulement sous l'aspect de l'émission totale de
25 soufre. En fait, l'effet visuel d'effluents de gaz perdus (nuages de cheminée) chargés d'aérosols d'acide sulfurique peut être si prononcé qu'il est ressenti par le public comme désagréable et de ce fait qu'il entraîne nécessairement des plaintes. En outre, il faut tenir compte avec des effluents de gaz perdus chargés d'aérosols d'acide sulfurique
30 de l'immission de petites gouttelettes d'acide sulfurique pour lesquelles ne sont pas offertes dans l'atmosphère des substances neutralisantes en quantité suffisante. Dans l'environnement de cheminées par lesquelles passe un gaz brut chargé d'aérosols d'acide sulfurique, il n'est pas non plus à exclure une immission de gouttes
35 plus importantes contenant de l'acide sulfurique.

Partant des caractéristiques qui ont été indiquées ci-dessus, l'invention propose un procédé de refroidissement de gaz brut chaud chargé de substances nocives ainsi qu'un agencement pour la mise en oeuvre du procédé, au moyen desquels il soit possible, sans un besoin prononcé d'énergie propre additionnelle, de séparer largement le trioxyde de soufre ou l'acide sulfurique du gaz brut et de pouvoir éviter la formation d'aérosols d'acide sulfurique.

En ce qui concerne le procédé, ce but est atteint du fait qu'en fonction du degré de saturation de gaz brut par rapport à la vapeur d'eau et au trioxyde de soufre (SO_3), le gaz brut est maintenu dans chaque section longitudinale du parcours de refroidissement à une température moyenne qui est située sur ou au-dessus de la courbe de saturation du diagramme SO_3 /température en °C, qui est définie par la température spécifique du point de rosée.

Le point essentiel du concept de l'invention consiste à refroidir le gaz brut "avec ménagement", en fait pendant qu'il passe par un parcours de refroidissement et avant qu'il pénètre dans le laveur de gaz. Le gaz brut est refroidi dans le parcours de refroidissement de manière qu'il conserve dans chaque section longitudinale de ce parcours une température moyenne qui tient compte de la température du point de rosée spécifique déterminée par la vapeur d'eau et par le trioxyde de soufre tout en conservant des dimensions constructives réalistes en pratique du parcours de refroidissement. La température du gaz brut ne tombe donc en aucun emplacement au-dessous d'une température déclenchant la formation d'aérosols après un certain temps. Ce réglage intentionnel de la température du gaz brut quand il passe par le parcours de refroidissement permet d'une part de séparer fiablement du gaz brut le SO_3 ou le H_2SO_4 et d'autre part d'éviter la formation d'aérosols d' H_2SO_4 . Dans le même temps et en raison des faibles pertes de pression, aucune énergie propre additionnelle n'est nécessaire, ou seulement une faible quantité de cette énergie, et on obtient en outre de la chaleur utile additionnelle.

Le refroidissement du gaz brut peut être réalisé conformément à une courbe de température située au-dessus de la courbe de saturation et tombant de façon permanente. Mais on peut également envisager un

procédé dans lequel, quand est atteinte la courbe de saturation ou quand on passe au-dessous pendant une courte durée, de chauffer à nouveau le gaz brut selon une quantité déterminée (courbe en dents de scie). Ceci peut être répété éventuellement plusieurs fois pendant le processus de refroidissement. En ce qui concerne l'énergie thermique destinée au chauffage intermédiaire, il est possible d'utiliser une partie de la chaleur qui a été précédemment dérivée et/ou de l'énergie étrangère.

Selon l'invention, il est avantageux que le gaz brut soit dirigé dans le parcours de refroidissement pour être refroidi en contre courant indirect par rapport à un fluide de refroidissement tel que de l'eau, qui circule en circuit fermé, qui prélève la chaleur du gaz brut et qui la transmet soit à un courant de gaz purifié largement débarrassé du dioxyde de soufre soit à un dispositif utilisateur de chaleur utile externe, tel qu'une conduite de chaleur à distance.

En ce qui concerne le dispositif selon l'invention, celui-ci est caractérisé par le fait que l'importance des surfaces de transfert de chaleur dans le refroidisseur de gaz brut est dimensionnée en relation avec la quantité et la vitesse du gaz brut de manière que le gaz brut qui est dirigé en contre-courant indirect par rapport au fluide de refroidissement circulant en circuit fermé, présente dans chaque zone du refroidisseur de gaz brut une température située sur ou au-dessus de la courbe de saturation du diagramme SO_3 /température en °C qui est définie par la température du point de rosée spécifique.

De ce fait, le refroidisseur de gaz brut est constitué de manière que le fluide de refroidissement, qui se comporte sous forme d'une masse d'accumulation et qui circule en circuit fermé, prend des températures produisant dans le refroidisseur de gaz brut des températures de surface qui ne sont situées en aucun endroit au-dessous de la température du point de rosée attendue du $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$. On obtient ce résultat en prévoyant à chaque contact entre le gaz brut et le fluide de refroidissement (contact indirect) une différence de température qui n'est que limitée. Ceci permet d'être certain d'une part du transfert de chaleur nécessaire et désiré entre le gaz brut et le fluide de refroidissement, mais d'éviter d'autre part que soient produites des zones de température limites par un refroidissement trop

prononcé des surfaces du refroidisseur de gaz brut, zones dans lesquelles peuvent se former des germes de condensat qui ne peuvent pas être séparés dans les diverses sections d'une usine génératrice montée en aval du refroidisseur de gaz brut (par exemple de désulfuration de gaz brut ou de réchauffage), qui restent ainsi dans le gaz et peuvent parvenir finalement dans l'environnement.

On obtient un contact aussi long que possible entre le gaz brut et le fluide de refroidissement avec de faibles températures relatives dans les diverses zones du refroidisseur de gaz brut en prévoyant l'entrée du fluide de refroidissement dans le refroidisseur de gaz brut au voisinage de la sortie de gaz brut du refroidisseur de gaz brut et la sortie du fluide de refroidissement du refroidisseur de gaz brut au voisinage de l'entrée du gaz brut dans ce refroidisseur de gaz brut. On obtient ainsi un refroidisseur de gaz brut à contre-courant typique qui est traversé par le fluide de refroidissement et qui peut être muni de tubes, de tuyaux ou de plaques sur lesquels passe le gaz brut.

A cet égard, un mode de réalisation avantageux de l'invention prévoit que le refroidisseur de gaz brut est équipé de plusieurs serpentins disposés les uns contre les autres, par lesquels passe le fluide de refroidissement et autour desquels passe le gaz brut. Ces serpentins sont soumis à l'action du fluide de refroidissement dans la zone de sortie de gaz brut du refroidisseur de gaz brut. Le fluide de refroidissement passe dans le serpentin à contre-courant du gaz brut et quitte le refroidisseur de gaz brut au niveau de l'entrée du gaz brut dans ce dernier. De ce fait, un refroidissement avec ménagement du gaz brut est facilité du fait que dans la zone de refroidissement du gaz brut qui est d'abord traversée par le gaz brut, ce refroidisseur est soumis à l'action du fluide de refroidissement qui est déjà chaud.

Un mode de réalisation avantageux d'un refroidisseur de gaz brut prévoit que ce dernier est constitué par l'assemblage de plusieurs sections disposées les unes à la suite des autres dans la direction de l'écoulement du gaz brut et comprenant chacune des faisceaux de tubes ou de tuyaux en forme de U. Ainsi, le refroidisseur de gaz brut est

constitué par plusieurs sections disposées les unes à la suite des autres dans la direction de l'écoulement du gaz brut et comprenant chacune des faisceaux de tubes ou de tuyaux en forme de U. En particulier dans le cas d'une constitution avec des tuyaux, ceux-ci
5 sont formés en une matière synthétique pleine telle que du perfluralcoxyde (PFA). En fonction de la température du gaz brut à refroidir ainsi que des quantités de vapeur d'eau et de trioxyde de soufre qu'il contient, on peut obtenir par un montage approprié de
10 plusieurs sections un refroidissement en douceur du gaz brut réparti sur plusieurs étages, sans que la température du gaz brut pendant le processus de refroidissement tombe dans le domaine des aérosols au-dessous de la courbe de saturation du diagramme SO_3 /température en °C.

L'invention prévoit fondamentalement une augmentation des dimensions du refroidisseur de gaz brut. Pour réduire la perte de
15 pression, d'importantes sections d'entrée du courant sont également avantageuses. A cet égard, il peut être avantageux d'intégrer le refroidisseur de gaz brut dans la zone de sortie d'un électrofiltre monté en amont du laveur de gaz dans le courant de gaz brut. Un autre
20 champ au moins prévu pour le refroidissement du gaz brut et la séparation de l'acide sulfurique peut être raccordé directement aux champs disposés les uns à la suite des autres de l'électrofiltre et destinés à la séparation des cendres volantes, c'est-à-dire sans canal intermédiaire. Il en résulte l'élimination d'un canal pour gaz brut
25 entre l'électrofiltre et le refroidisseur de gaz brut ainsi que le capot situé du côté de l'arrivée et de la sortie de courant du refroidisseur de gaz brut. La perte de pression du gaz brut (besoin en énergie propre) est sensiblement réduite par la simplification du guidage dans le canal ainsi que par une diminution de la vitesse de traversée
30 du refroidisseur de gaz brut. Les conditions d'arrivée du courant dans le refroidisseur de gaz brut sont nettement améliorées.

Pour tenir compte du comportement en charge variable d'une installation brûlant des combustibles contenant du soufre, par exemple
une usine génératrice, et des différences de température dans le gaz
brut qui en résultent, il est avantageux que les tronçons d'entrée et
35 de retour destinés au fluide de refroidissement et qui sont raccordés

au refroidisseur de gaz brut soient reliés l'un à l'autre au moyen d'une vanne mélangeuse incorporée dans le tronçon de retour ainsi que par une dérivation. Les tronçons d'entrée et de retour peuvent être également reliés à un réchauffeur de gaz purifié à la suite du laveur
5 de gaz et à un dispositif utilisateur de chaleur utile externe tel qu'une conduite chauffante.

A cet égard, un mode de réalisation avantageux de l'invention prévoit que le refroidisseur de gaz brut est accouplé par le fluide de refroidissement circulant en circuit fermé à un réchauffeur de gaz
10 purifié intégré au courant de gaz brut après le laveur de gaz. Indépendamment du fait que le refroidisseur de gaz brut soit intégré entre un électrofiltre et un laveur de gaz ou directement dans l'électrofiltre, il y a transfert de chaleur à partir du refroidisseur de gaz brut et par l'intermédiaire du laveur de gaz vers le
15 réchauffeur de gaz purifié monté en aval du laveur de gaz dans le courant de gaz brut.

Grâce à l'intégration d'un réchauffeur de gaz purifié directement dans le laveur de gaz ou dans sa zone de sortie, il est possible de réduire les coûts d'installation comme dans le cas de
20 l'intégration du refroidisseur de gaz brut dans un électrofiltre, et d'améliorer les conditions d'arrivée du courant dans le réchauffeur de gaz purifié et de réduire ainsi la perte de pression. On peut obtenir une séparation optimale des gouttes en disposant un séparateur de gouttes en amont du réchauffeur de gaz purifié.

Comme déjà indiqué, il est également possible d'accoupler le
25 refroidisseur de gaz brut par l'intermédiaire du fluide de refroidissement qui circule en circuit fermé à un dispositif d'utilisation de chaleur utile externe tel qu'une conduite chauffante. On peut également imaginer un accouplement en parallèle du
30 refroidisseur de gaz brut avec un réchauffeur de gaz purifié ainsi qu'avec un dispositif d'utilisation de chaleur utile externe par l'intermédiaire de circuits de refroidissement séparés les uns des autres.

Selon l'invention, les faisceaux de tubes ou de tuyaux des
35 sections du refroidisseur de gaz brut peuvent être montés en série

dans la direction de l'écoulement du gaz brut. Ainsi, le fluide de refroidissement passe dans les sections individuelles les unes après les autres à contre-courant du gaz brut depuis la zone de sortie du refroidisseur de gaz brut jusqu'à sa zone d'entrée.

5 L'invention prévoit également qu'un fluide qui prélève de la chaleur d'un fluide de refroidissement est envoyé dans deux étages de chauffage successifs, le premier étage de chauffage dans la direction de l'écoulement du fluide étant accouplé à au moins une section du
10 refroidisseur de gaz brut par un fluide de refroidissement circulant en circuit fermé, section qui est soumise au gaz brut qui a déjà été refroidi, alors que le second étage de chauffage est accouplé par un fluide de refroidissement circulant en circuit fermé au moins avec la section qui est soumise à l'action du gaz brut qui n'a pas encore été
15 refroidi. Ainsi et après refroidissement du gaz brut, une partie de l'énergie qui a été recueillie peut être utilisée pour faire passer à nouveau le gaz brut dans le refroidisseur suffisamment au-dessus de la température du point de rosée de l'acide sulfurique pour exclure également un passage au-dessous du point de rosée dans la zone d'éventuels ponts de froid dans la liaison avec l'installation de
20 désulfuration de gaz brut (laveur de gaz). Les étages de chauffage (sections) peuvent faire partie d'un réchauffeur de gaz purifié intégré dans le courant de gaz brut après un laveur de gaz. Le fluide qui capte la chaleur constitue alors le gaz purifié. Mais ces étages peuvent être également intégrés dans une conduite de chauffage à
25 distance.

Pour que dans une telle situation tous les aérosols d'acide sulfurique soient vaporisés, il est possible de raccorder au moins la dernière section du refroidisseur de gaz brut dans la direction de l'écoulement du gaz brut, au circuit de fluide de
30 refroidissement qui accouple la première section dans la direction de l'écoulement du gaz brut au second étage de chauffage.

L'invention prévoit également une solution selon laquelle le fluide qui prélève la chaleur d'un fluide de refroidissement est envoyé à un échangeur de chaleur qui est relié à deux sections du
35 refroidisseur de gaz brut qui sont montées en aval de la première

section en direction de l'écoulement du gaz brut, alors que la sortie de la première section est ainsi reliée à l'entrée de la dernière section. Cette solution permet de maintenir la température du gaz brut dans le refroidisseur toujours au-dessus de la courbe de saturation même quand il contient un taux très élevé de SO_3 .

Selon un autre mode de réalisation, l'invention prévoit que les premières sections montées en série dans la direction de l'écoulement du gaz brut sont accouplées par un fluide de refroidissement circulant en circuit fermé à un réchauffeur de gaz purifié incorporé dans le courant de gaz purifié à l'arrière du laveur de gaz, et les dernières sections en direction de l'écoulement du gaz brut montées en série sont accouplées par un fluide de refroidissement circulant en circuit fermé à un dispositif utilisateur de chaleur utile externe. Cette solution permet également de refroidir le gaz brut d'une façon qui le ménage tout en permettant une meilleure séparation du SO_3 et une réduction de la formation d'aérosols.

Finalement, un mode de réalisation possible consiste, dans le cas d'un refroidisseur de gaz brut comprenant dans la direction de l'écoulement de gaz brut trois sections se succédant les unes les autres, à raccorder le tronçon d'entrée de la partie avant du circuit de fluide de refroidissement à l'entrée de la dernière section qui est située en avant dans la direction de l'écoulement du gaz brut, la sortie située à l'arrière de la dernière section à l'entrée située à l'avant de la première section, la sortie située à l'arrière de la première section à l'entrée située à l'arrière de la section centrale et la sortie située à l'avant de la section centrale au tronçon de retour du circuit. Dans ce cas, la séparation du SO_3 sans formation d'aérosols a lieu par une combinaison d'une récupération de chaleur et d'une utilisation de chaleur.

30

L'invention va maintenant être expliquée plus en détail dans ce qui suit à l'aide de modes de réalisation représentés sur les dessins dans lesquels:

les figures 1 à 8 représentent schématiquement divers agencements de refroidissement d'un gaz brut chaud chargé de substances nocives;

la figure 9 est une vue en coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation d'un refroidisseur de gaz brut, et

les figures 10 et 11 sont deux diagrammes SO_3 /température en °C.

A la figure 1 est désigné en 1 un courant de gaz brut provenant d'une installation de combustion de combustible contenant du soufre qui n'est pas représentée.

Le courant de gaz brut 1 est envoyé dans un électrofiltre 2 pour la séparation de la poussière, électrofiltre à partir duquel le courant de gaz brut 1 entre à une température qui est environ 170°C dans un refroidisseur de gaz brut 3. Le refroidisseur de gaz brut 3 est constitué par deux sections A, B disposées l'une à la suite de l'autre dans la direction de l'écoulement et comprenant des faisceaux de tuyaux en forme de U 4, 5 constitués en perfluralcoxyde.

Dans ce refroidisseur de gaz brut 3, le gaz brut est refroidi par un fluide de refroidissement constitué par de l'eau, ce qui fait que le gaz brut provenant du refroidisseur 3 sort à une température d'environ 135°C et est envoyé à cette température à un laveur de gaz 6 (installation de désulfuration de gaz de fumée) en vue de la séparation du soufre.

Un courant de gaz brut 7 quitte le laveur de gaz 6 à une température d'environ 55°C. Le courant de gaz brut 7 est dirigé vers un réchauffeur de gaz purifié 8 et amené à une température d'environ 85°C dans ce dernier par l'eau qui a été chauffée dans le refroidisseur de gaz brut 3. Le gaz purifié sort à cette température vers une cheminée 9 et est dégagé dans l'atmosphère par la cheminée 9.

Le réchauffeur de gaz purifié 8 comprend dans le mode de réalisation de la figure 1 un faisceau de tuyaux en forme de U 10 en perfluralcoxyde.

L'eau qui sert au refroidissement du gaz brut circule dans un circuit fermé 11 entre le refroidisseur de gaz brut 3 et le réchauffeur de gaz purifié 8. A cette fin, une pompe 13 entraînée par

un moteur électrique 12 est incorporée dans le circuit 11. En outre, un accumulateur d'équilibrage 14 est raccordé au circuit 11.

Dans la zone de sortie 15 du gaz brut, l'eau qui provient du refroidisseur 3 est dirigée en 78 dans le faisceau de tuyaux 5 de la section B située sur le côté sortie, et passe dans les faisceaux de tuyaux 4, 5 des sections A, B montées en série, à contre-courant par rapport au gaz brut. La sortie de l'eau 17 est située dans la zone d'entrée 16 du gaz brut dans le refroidisseur 3. Cette eau est renvoyée par le circuit 11 vers le réchauffeur de gaz purifié 8.

Le mode de réalisation de la figure 2 se différencie de celui de la figure 1 du fait qu'une vanne mélangeuse 19 est incorporée dans le tronçon de retour 18 du circuit 11 entre le refroidisseur de gaz brut 3 et le réchauffeur de gaz purifié 8, et que cette vanne mélangeuse 19 est reliée par l'intermédiaire d'une dérivation 20 au parcours d'entrée 21. Cette vanne mélangeuse 19 permet de tenir compte d'un comportement en charge variable de l'installation qui produit le gaz brut.

Dans le cas du mode de réalisation de la figure 3 et contrairement aux modes de réalisation des figures 1 et 2, le refroidisseur de gaz brut 3 est intégré dans la zone de sortie 22 de l'électrofiltre 2. Cet agencement peut être également muni d'une vanne mélangeuse 19 et d'une dérivation 20 selon la figure 2.

Dans le cas du mode de réalisation de la figure 4, le réchauffeur de gaz purifié 8 est raccordé à la zone de sortie 23 du laveur de gaz 6. Dans ce cas également, le circuit 11 peut être constitué comme montré à la figure 1 ou à la figure 2.

Le mode de réalisation de la figure 5 prévoit l'accouplement d'un refroidisseur de gaz brut 3a qui est constitué dans la direction de l'écoulement du gaz brut par trois sections C, D, E montées les unes à la suite des autres au réchauffeur de gaz purifié 8 dans le courant de gaz brut 7 à l'arrière du laveur de gaz 6, refroidisseur dans lequel le tronçon d'entrée 24 du circuit 11a qui est accouplé à la sortie 36 du faisceau de tuyaux 10 du réchauffeur de gaz purifié 8 est relié à l'entrée 25 du faisceau de tuyaux 26 de la section centrale D. La sortie 27 du faisceau de tuyaux 26 est raccordée en

série à l'entrée 28 du faisceau de tuyaux 29 qui est située à l'avant dans la direction de l'écoulement du gaz brut. La sortie 30 du faisceau de tuyaux 29 de la première section C qui est située à l'arrière dans la direction de l'écoulement du gaz brut est raccordée à l'entrée 31 du faisceau de tuyaux 33 de la dernière section E qui est située à l'avant dans la direction de l'écoulement du gaz brut. La sortie 32 du faisceau de tuyaux 33 de la dernière section C qui est située à l'arrière dans la direction de l'écoulement du gaz brut est accouplée par le tronçon de retour 34 à l'entrée 35 du faisceau de tuyaux 10 situé à cet endroit et à l'avant dans la direction de l'écoulement de gaz purifié 7.

Le circuit 11a peut être constitué conformément au circuit 11 de la figure 1 ou de façon correspondante à celui de la figure 2.

A la figure 6 est montré un mode de réalisation dans lequel un refroidisseur de gaz brut 3b comprenant quatre sections F, G, H, I de faisceaux de tuyaux en forme de U est accouplé par un circuit 11b à un réchauffeur de gaz purifié 8 dans le courant de gaz brut 7 après le laveur de gaz 6, et par l'intermédiaire d'un autre circuit indépendant 11c à un échangeur de chaleur 41 qui est par ailleurs soumis à l'action d'un fluide qui envoie de la chaleur à un dispositif d'utilisation de chaleur utile non représenté. Les raccords pour le fluide avec l'échangeur de chaleur 41 sont désignés en 42 et 43.

On peut voir que les deux premières sections F, G du refroidisseur de gaz brut 3 dans la direction de l'écoulement du gaz brut sont accouplées au réchauffeur de gaz purifié 8 et que les deux dernières sections H, I sont raccordées à l'échangeur de chaleur 41. Les deux sections F, G ou H, I de chaque circuit 11b, 11c sont montées en série, les entrées 46, 47 des faisceaux de tubes 38, 40 situées à l'avant dans la direction de l'écoulement du gaz brut étant respectivement reliées aux tronçons d'entrée 44, 45 des circuits 11b, 11c, et les sorties 48, 49 qui sont situées à l'arrière dans la direction de l'écoulement du gaz brut étant reliées aux tronçons de retour 50, 51 des circuits 11b, 11c.

Les circuits 11b, 11c peuvent être constitués conformément à la figure 1 ou à la figure 2.

On peut voir à la figure 7 un agencement qui comprend un refroidisseur de gaz brut 3c comprenant trois sections K, L, M avec des faisceaux de tuyaux 52, 53, 54 ainsi qu'un réchauffeur de gaz purifié 8a comprenant deux sections N, O comportant des faisceaux de tuyaux 55, 56 et disposé à l'arrière du laveur de gaz 6 dans la direction du courant de gaz purifié. Le montage est constitué dans ce cas de manière que la seconde section O du réchauffeur de gaz purifié 8a dans la direction du courant de gaz brut soit accouplée par l'intermédiaire d'un circuit fermé 11d à la première section K du refroidisseur de gaz brut 3c dans la direction de l'écoulement du gaz brut. En outre, la dernière section M est accouplée à ce circuit 11d.

La première section N du réchauffeur de gaz purifié 8a dans la direction de l'écoulement du gaz purifié est par contre reliée par l'intermédiaire d'un circuit fermé 11e à la section centrale L du refroidisseur de gaz brut 3c.

Dans le cas du mode de réalisation de la figure 8, il est prévu un refroidisseur de gaz brut 3d qui comprend trois sections P, Q, R avec des faisceaux de tuyaux 57, 58, 59. Le refroidisseur de gaz brut 3d est accouplé par l'intermédiaire d'un circuit 11f aux faisceaux de tuyaux 10 du réchauffeur de gaz purifié 8 à l'arrière du laveur de gaz 6. Le tronçon d'entrée 60 du circuit 11f est raccordé à l'entrée 61 du faisceau de tuyaux 59 qui est située à l'avant dans la direction de l'écoulement du gaz brut. La sortie 62 de ce faisceau de tuyaux 59 est raccordée à l'entrée 63 du faisceau de tuyaux 57 de la première section P dans la direction d'écoulement du gaz brut. La sortie 64 du faisceau de tuyaux 57 est raccordée à la sortie 65 du faisceau de tuyaux 58 de la section Q qui est située à l'arrière dans la direction de l'écoulement du gaz brut. La sortie 66 du faisceau de tuyaux 58 est reliée au tronçon de retour 67 du circuit 11f.

Grâce à un circuit de ce type, il est également possible selon la figure 11 de maintenir la température du gaz brut au-dessus de la courbe de saturation 76 du diagramme SO_3 /température en °C, et ceci par un nouveau chauffage par étapes.

Le circuit 11f peut être constitué comme les circuits 11 des figures 1 et 2.

Dans le cas des modes de réalisation des figures 1 à 8, aussi bien les refroidisseurs de gaz brut 3-3d que les réchauffeurs de gaz purifié 8, 8a sont toujours munis de faisceaux de tuyaux en forme de U 4, 5, 10, 26, 29, 33, 37-40, 52-59 en perfluralcoxyde (PFA).

5 A la figure 9 est montré un mode de réalisation dans lequel un refroidisseur de gaz brut 3e est équipé de plusieurs serpentins 68 disposés les uns contre les autres, laissant passer un fluide de refroidissement et autour desquels passe le gaz brut. Les serpentins 68 sont situés les uns contre les autres dans le plan du dessin. Dans
10 ce mode de réalisation également, on est assuré que l'entrée 69 du fluide de refroidissement dans le refroidisseur de gaz brut 3e est prévue dans la zone de sortie 70 du courant de gaz brut 1 provenant du refroidisseur de gaz brut 3e et que la sortie 71 du fluide de refroidissement provenant du refroidisseur de gaz brut 3e est prévue
15 dans la zone d'entrée 72 du courant de gaz brut 1 dans le refroidisseur de gaz brut 3e. Le matériau des serpentins 68 peut être une matière synthétique.

Naturellement, on peut envisager qu'un réchauffeur de gaz purifié 8, 8a puisse être également constitué de cette manière. En
20 outre, on peut envisager une combinaison d'échangeurs de chaleur comprenant d'une part des faisceaux de tuyaux en forme de U et d'autre part des serpentins.

La figure 10 est un diagramme sur lequel est porté en abscisse 73 la teneur en SO_3 du gaz brut en mg/Nm^3 et en ordonnée 74 la
25 température du gaz brut en $^{\circ}\text{C}$. On voit en outre dans le petit champ 75 situé dans le coin de droite l'allure de la courbe de température en tant qu'exemple, l'énergie thermique nécessaire au réchauffage du gaz brut de 56°C à 85°C étant prélevée d'un courant de gaz brut, qui contient au début du refroidissement du gaz environ 12% en volume
30 d' H_2O .

On est ainsi assuré d'un refroidissement en douceur et ménageant le gaz brut d'environ 170°C à environ 135°C , que la température du gaz brut reste toujours au-dessus de la courbe de saturation 76 (montrée en tiretés) définie par la température du point de rosée spécifique,
35 et ne tombe pas dans la zone à aérosols 77 située au-dessous. Grâce à

l'échange de chaleur, la température de l'eau monte d'environ 115°C à environ 150°C et la température du gaz purifié dans le courant de gaz purifié 7 monte d'environ 56°C à environ 85°C après le lavage de gaz 6. Ces points de température sont indiqués en I à VI dans des cercles 5 à la figure 1.

Il en va de même pour le diagramme de la figure 11.

Liste des références -

- 1 - Courant de gaz brut
- 2 - Electrofiltre
- 3 - 3a - 3b - 3c - 3d - 3e refroidisseur de gaz brut
- 4 - 5 - Faisceau de tuyaux
- 6 - Laveur de gaz
- 7 - Courant de gaz brut
- 8 - 8a - Réchauffeur de gaz purifié
- 9 - Cheminée
- 10 - Faisceau de tuyaux de 8, 8a
- 11 - 11a - 11b - 11c - 11d - 11e - 11f Circuit
- 12 - Moteur électrique
- 13 - Pompe
- 14 - accumulateur d'équilibrage
- 15 - Zone de sortie de 3, 3a-3e
- 16 - Zone d'entrée de 3, 3a-3e
- 17 - Sortie de 4
- 18 - Parcours de retour de 11
- 19 - Vanne mélangeuse
- 20 - Dérivation
- 21 - Parcours d'arrivée de 11
- 22 - Zone de sortie de 2
- 23 - Zone de sortie de 6
- 24 - Parcours d'arrivée de 11a
- 25 - Entrée de 26
- 26 - Faisceau de tuyaux de D
- 27 - Sortie de 26
- 28 - Entrée de 29
- 29 - Faisceau de tuyaux de C
- 30 - Sortie de 29
- 31 - Entrée de 33
- 32 - Sortie de 33
- 33 - Faisceau de tuyaux de E
- 34 - Tronçon de retour de 11a
- 35 - Entrée de 10
- 36 - Sortie de 10
- 37 - Faisceau de tuyaux de F
- 38 - Faisceau de tuyaux de G
- 39 - Faisceau de tuyaux de H
- 40 - Faisceau de tuyaux de I
- 41 - Echangeur de chaleur
- 42 - Raccord avec 41
- 43 - Raccord avec 42
- 44 - Parcours d'entrée de 11b
- 45 - Parcours d'entrée de 11c
- 46 - Entrée de 38
- 47 - Entrée de 40
- 48 - Sortie de 37
- 49 - Sortie de 39

- 50 - Parcours de retour de 11b
- 51 - Parcours de retour de 11c
- 52 - Faisceau de tuyaux de K
- 53 - Faisceau de tuyaux de L
- 54 - Faisceau de tuyaux de M
- 55 - Faisceau de tuyaux de N
- 56 - Faisceau de tuyaux de O
- 57 - Faisceau de tuyaux de P
- 58 - Faisceau de tuyaux de Q
- 59 - Faisceau de tuyaux de R
- 60 - Tronçon d'entrée de 11f
- 61 - Entrée de 59
- 62 - Sortie de 59
- 63 - Entrée de 57
- 64 - Sortie de 57
- 65 - Entrée de 58
- 66 - Sortie de 58
- 67 - Tronçon de retour de 11f
- 68 - Serpentin
- 69 - Entrée de 68
- 70 - Zone de sortie de 3e
- 71 - Sortie de 68
- 72 - Zone d'entrée de 3a
- 73 - Abscisse
- 74 - Ordonnée
- 75 - Champ rectangulaire
- 76 - Courbe de saturation
- 77 - Domaine des aérosols
- 78 - Entrée de 5

- A - B Section de 3
- C - D - E Section de 3a
- F - G - H - I Section de 3b
- K - L - M Section de 3c
- N - O Section de 8a
- P - Q - R Section

- I - Température entre 2 et 3
- II - Température entre 3 et 6
- III - Température entre 6 et 8
- IV - Température entre 8 et 9
- V - Température en arrière de 3
- VI - Température en avant de 3

REVENDEICATIONS

1. Procédé de refroidissement d'un gaz brut chaud chargé de substances nocives avant un laveur de gaz (6) éliminant le soufre du gaz brut, dans lequel le gaz brut est amené à un niveau de température plus bas pendant son passage par un parcours de refroidissement (3, 3a-3e) au moyen d'un fluide de refroidissement qui dissipe la chaleur, caractérisé en ce qu'en fonction du degré de saturation du gaz brut par rapport à la vapeur d'eau et au trioxyde de soufre (SO_3), le gaz brut est maintenu dans chaque section longitudinale du parcours de refroidissement (3, 3a-3e) à une température moyenne, qui est située sur ou au-dessus de la courbe de saturation (76) du diagramme SO_3 /température en °C qui est définie par la température de point de rosée spécifique.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz brut est refroidi en contre-courant indirect par rapport au fluide de refroidissement qui circule en circuit fermé (11, 11a-11f).

3. Agencement pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, qui comprend dans la direction du courant de gaz brut (1) et avant un laveur de gaz (6) qui élimine le soufre du gaz brut, un refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) auquel peut être appliqué d'une part le gaz brut et d'autre part un fluide de refroidissement qui dissipe la chaleur, caractérisé en ce que l'importance des surfaces de transmission de chaleur dans le refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) est dimensionnée en relation avec la quantité et la vitesse du gaz brut de manière que le gaz brut, qui est dirigé à contre-courant indirect par rapport au fluide de refroidissement circulant en circuit fermé (11, 11a-11f), présente dans chaque zone du refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) une température située sur ou au-dessus de la courbe de saturation (76) du diagramme SO_3 /température en °C qui est définie par la température du point de rosée spécifique.

4. Agencement selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'entrée (78, 47, 69) du fluide de refroidissement dans le refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) est prévue au voisinage de la zone de sortie (15, 70) de gaz brut du refroidisseur de gaz brut (3,

3a-3e) et la sortie (17, 48, 71) du fluide de refroidissement du refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) est prévue au voisinage de la zone d'entrée (16, 72) de gaz brut dans le refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e).

5 5. Agencement selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le refroidisseur de gaz brut (3e) est équipé de plusieurs serpentins (68) disposés les uns contre les autres, par lesquels passe le fluide de refroidissement et autour desquels passe le gaz brut.

10 6. Agencement selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3d) est constitué par l'assemblage de plusieurs sections (A, B; C, D, E; F, G, H, I; K, L, M; P, Q, R) disposées les unes à la suite des autres dans la direction de l'écoulement du gaz brut et comprenant chacune des faisceaux de tubes ou de tuyaux en forme de U (4, 5; 23, 26, 33; 37, 38, 39, 40; 15 52, 53, 54; 57, 58, 59).

7. Agencement selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) est intégré dans la zone de sortie (22) d'un électrofiltre (2) monté en amont du laveur de gaz (6) dans le courant de gaz brut (1).

20 8. Agencement selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que les tronçons d'entrée et de retour (21, 18; 24, 34; 44, 50; 45, 51; 60, 67) destinés au fluide de refroidissement qui sont raccordés au refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3e) sont reliés l'un à l'autre au moyen d'une vanne mélangeuse incorporée dans le 25 tronçon de retour (18, 34, 50, 51, 67) ainsi que d'une dérivation (20).

9. Agencement selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que le refroidisseur de gaz brut (3, 3a-3d) est accouplé par le fluide de refroidissement qui circule dans le circuit 30 fermé (11, 11a, 11b, 11d-11f) à un réchauffeur de gaz purifié (8, 8a) intégré au courant de gaz brut (7) après le laveur de gaz (6).

10. Agencement selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que le refroidisseur de gaz brut (3) est accouplé par le fluide de refroidissement qui circule dans le circuit fermé

(11) à un réchauffeur de gaz purifié (8) incorporé directement dans le laveur de gaz (6) ou à sa zone de sortie (23).

11. Agencement selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que le refroidisseur de gaz brut (3b) est accouplé
5 par le fluide de refroidissement qui circule dans le circuit fermé (11c) à un dispositif utilisateur de chaleur utile externe (41).

12. Agencement selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que les faisceaux de tubes ou de tuyaux (4, 5) des
10 sections (A, B) du refroidisseur de gaz brut (3) sont montés en série dans la direction de l'écoulement du gaz brut.

13. Agencement selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que le fluide qui prélève la chaleur d'un fluide de refroidissement est envoyé dans deux étages de chauffage successifs
15 (N, O), le premier étage de chauffage (N) dans la direction de l'écoulement du fluide étant accouplé à au moins une section (L) du refroidisseur de gaz brut (3c) par un fluide de refroidissement circulant dans le circuit fermé (11e), section qui est soumise à l'action du gaz brut déjà refroidi, alors que le second étage de
20 chauffage (O) est accouplé par un fluide de refroidissement circulant de le circuit fermé (11d) au moins avec la section (K) qui est soumise à l'action du gaz brut qui n'est pas encore refroidi.

14. Agencement selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'au moins la dernière section (M) du refroidisseur de gaz brut (3c)
25 dans la direction d'écoulement du gaz brut, est raccordée au circuit de fluide de refroidissement (11d) qui accouple la première section (K) dans la direction de l'écoulement du gaz brut au second étage de chauffage (O).

15. Agencement selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que le fluide qui prélève la chaleur d'un fluide de
30 refroidissement est envoyé à un échangeur de la chaleur (8) qui est relié à deux sections (D, E) du refroidisseur de gaz brut (3a) qui sont montées en aval de la première section (C) dans la direction d'écoulement du gaz brut, alors que la sortie (30) de la première section (C) est reliée à l'entrée (31) de la dernière section (E).

35

16. Agencement selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que les premières sections (F, G) dans la direction de l'écoulement du gaz brut, montées en série, sont accouplées par un fluide de refroidissement qui circule dans le circuit fermé (11b) à un réchauffeur de gaz purifié (8) incorporé dans le courant de gaz purifié (7) à l'arrière du laveur de gaz (6), et les dernières sections (H, I) dans la direction de l'écoulement du gaz brut, montées en série, sont accouplées par un fluide de refroidissement circulant dans le circuit fermé (11c) à un dispositif utilisateur de chaleur utile externe (41).

17. Agencement selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que dans le cas d'un refroidisseur de gaz brut (3d) comprenant dans la direction d'écoulement du gaz brut trois sections (P, Q, R) se suivant les unes les autres, le tronçon d'entrée (60) du circuit de fluide de refroidissement (11f) est relié à l'entrée (61) de la dernière section (R) qui est située en avant dans la direction d'écoulement du gaz brut, la sortie (62) située à l'arrière de la dernière section (R) est reliée à l'entrée (63) située à l'avant de la première section (P), la sortie (64) située à l'arrière de la première section (P) est reliée à l'entrée (65) située à l'arrière de la section centrale (Q), et la sortie (66) située à l'avant de la section centrale (Q) est reliée au tronçon de retour (67) du circuit (11f).

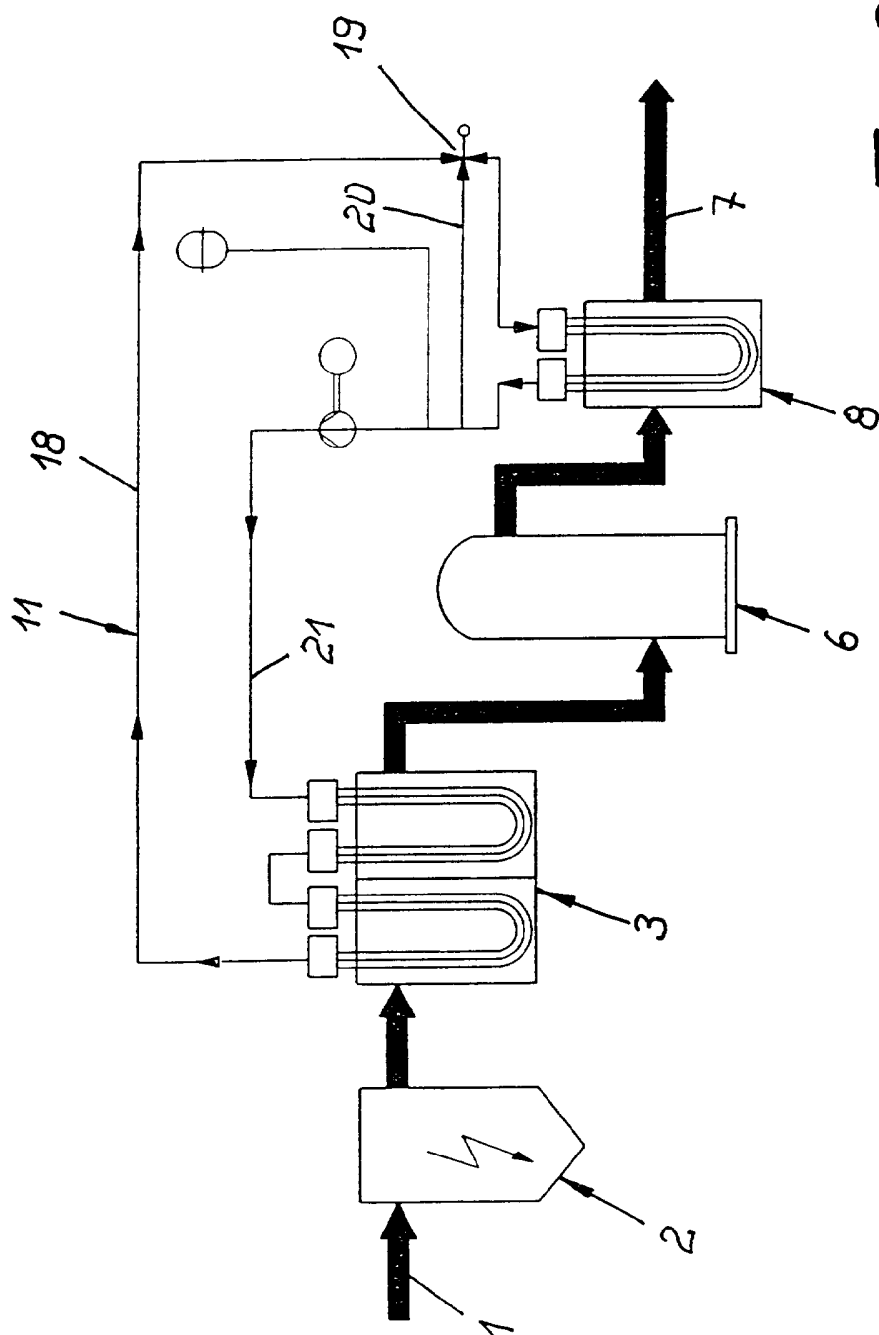
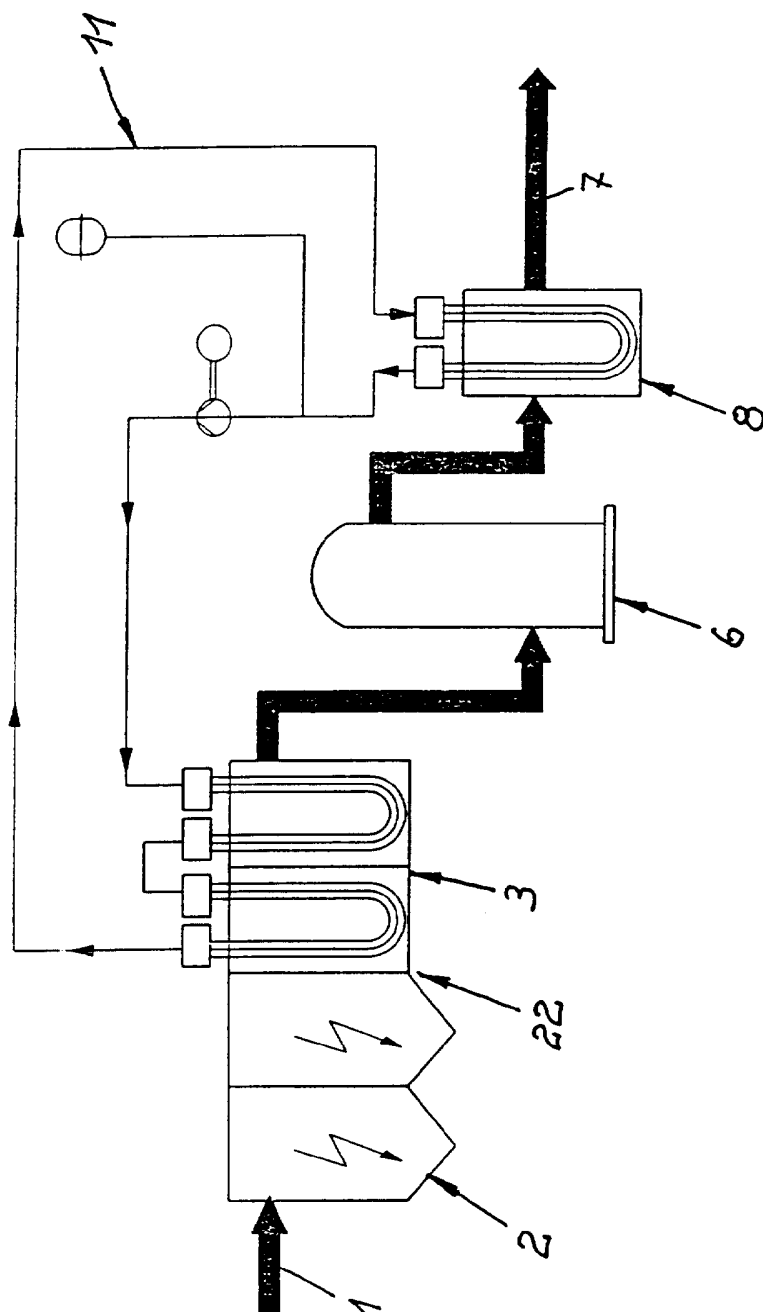


Fig. 2

Fig. 3



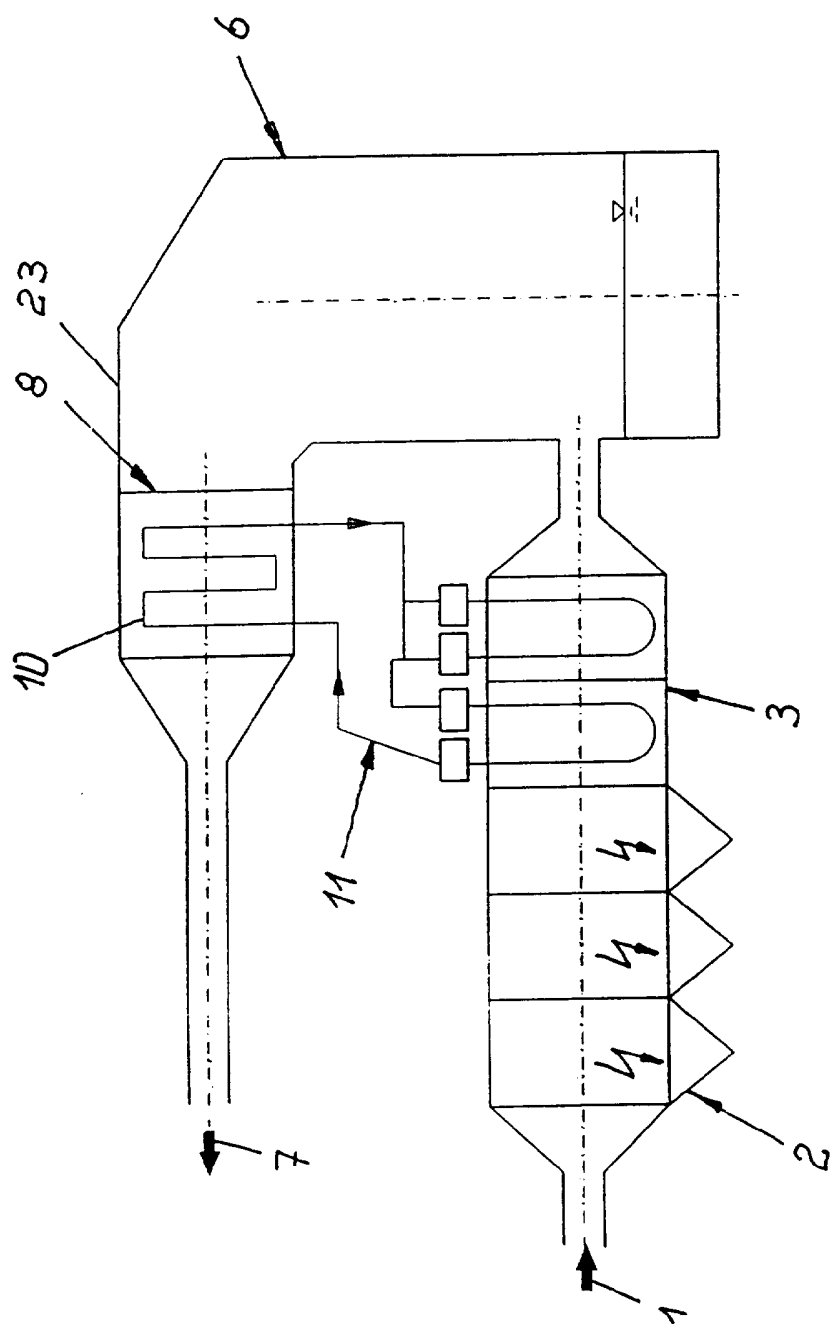


Fig. 4.

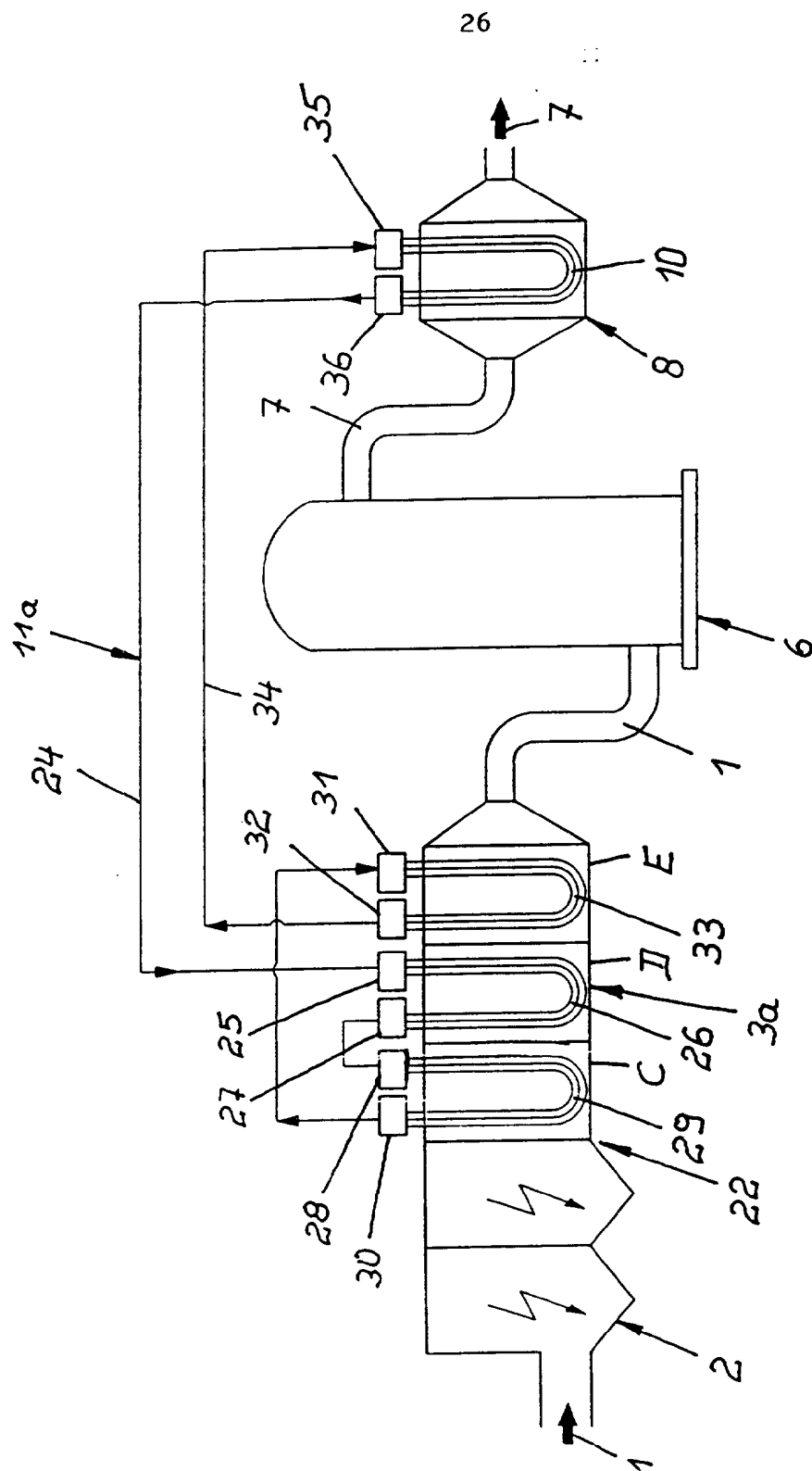


Fig. 5

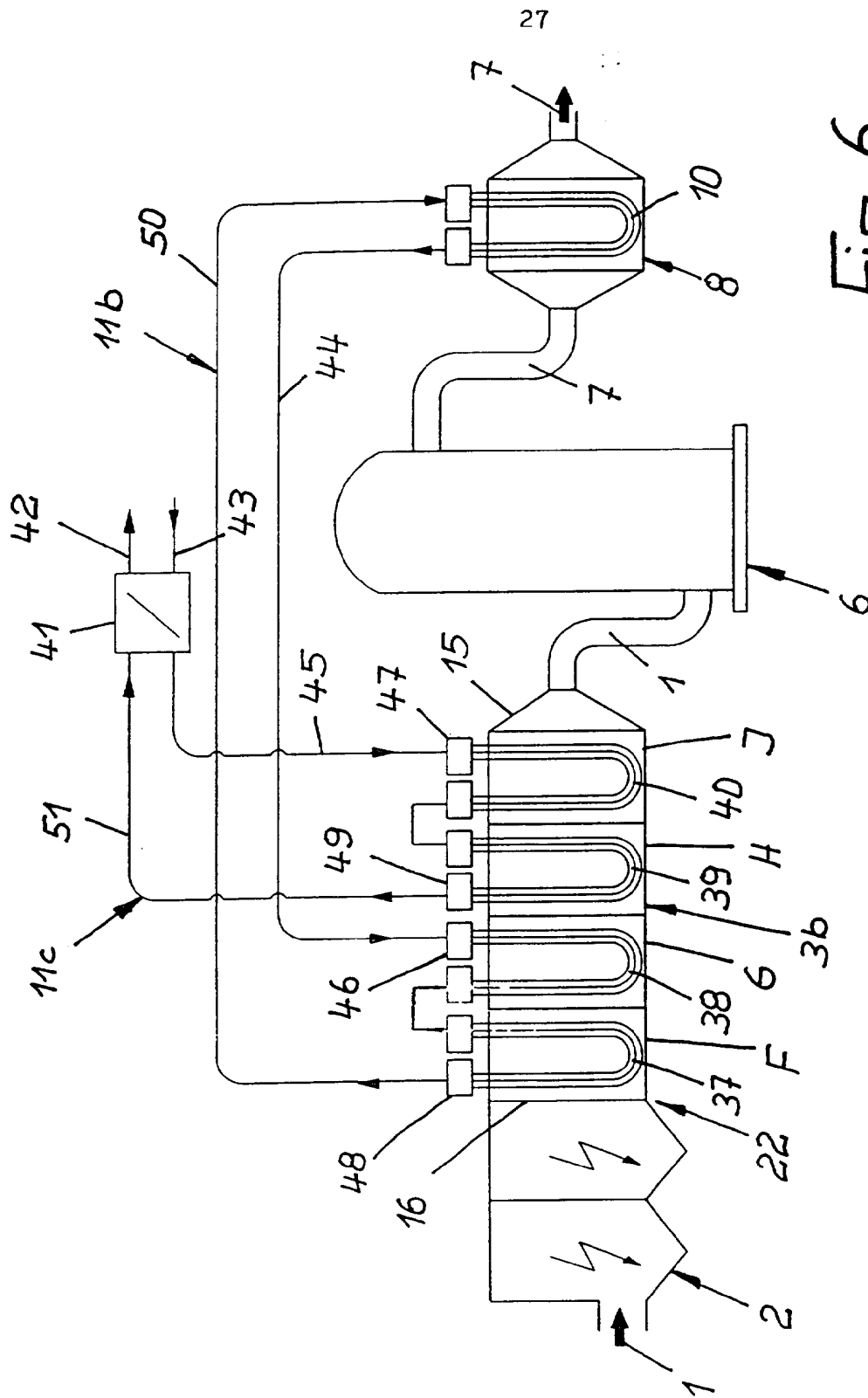


Fig. 6

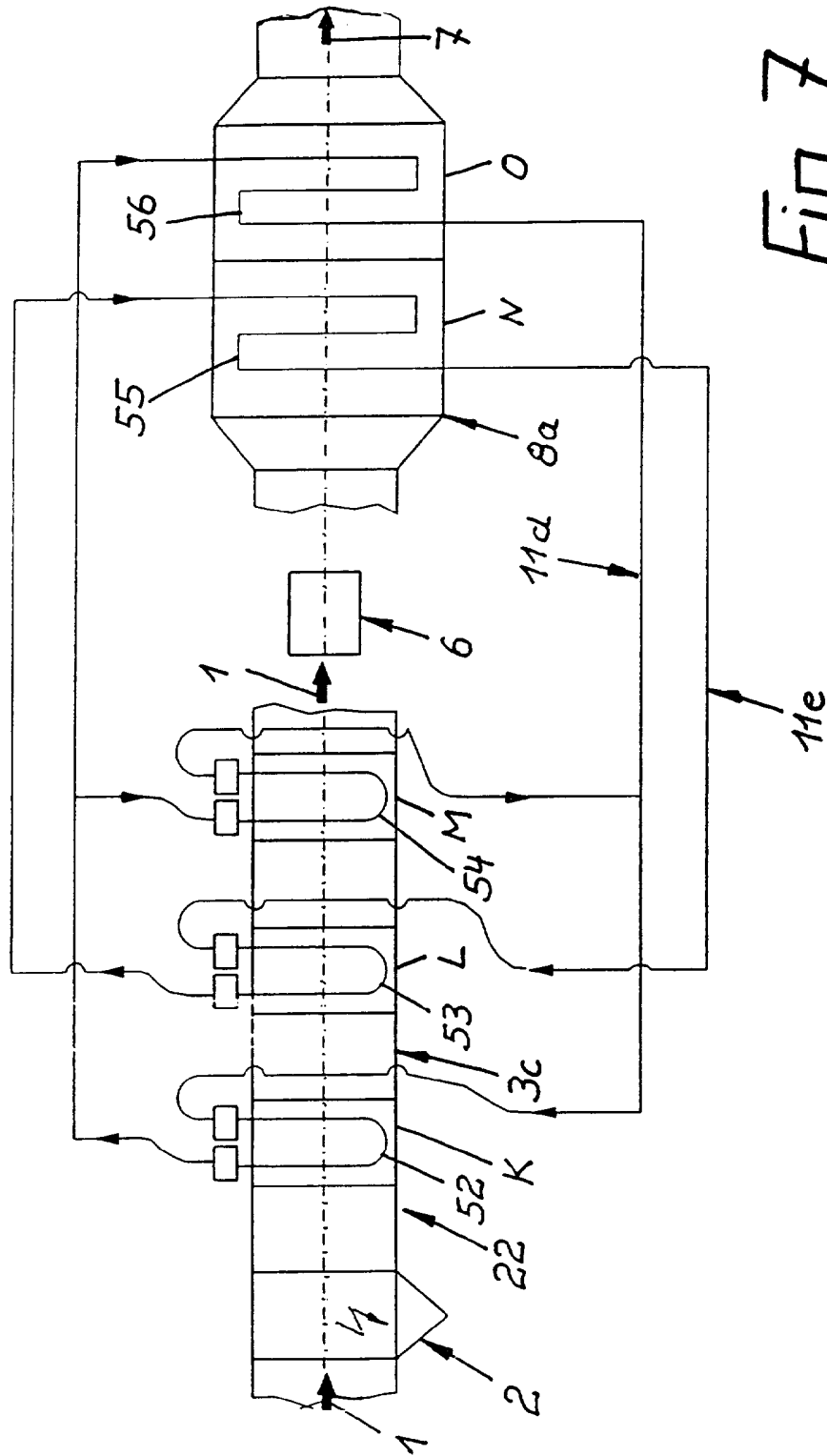


Fig. 7

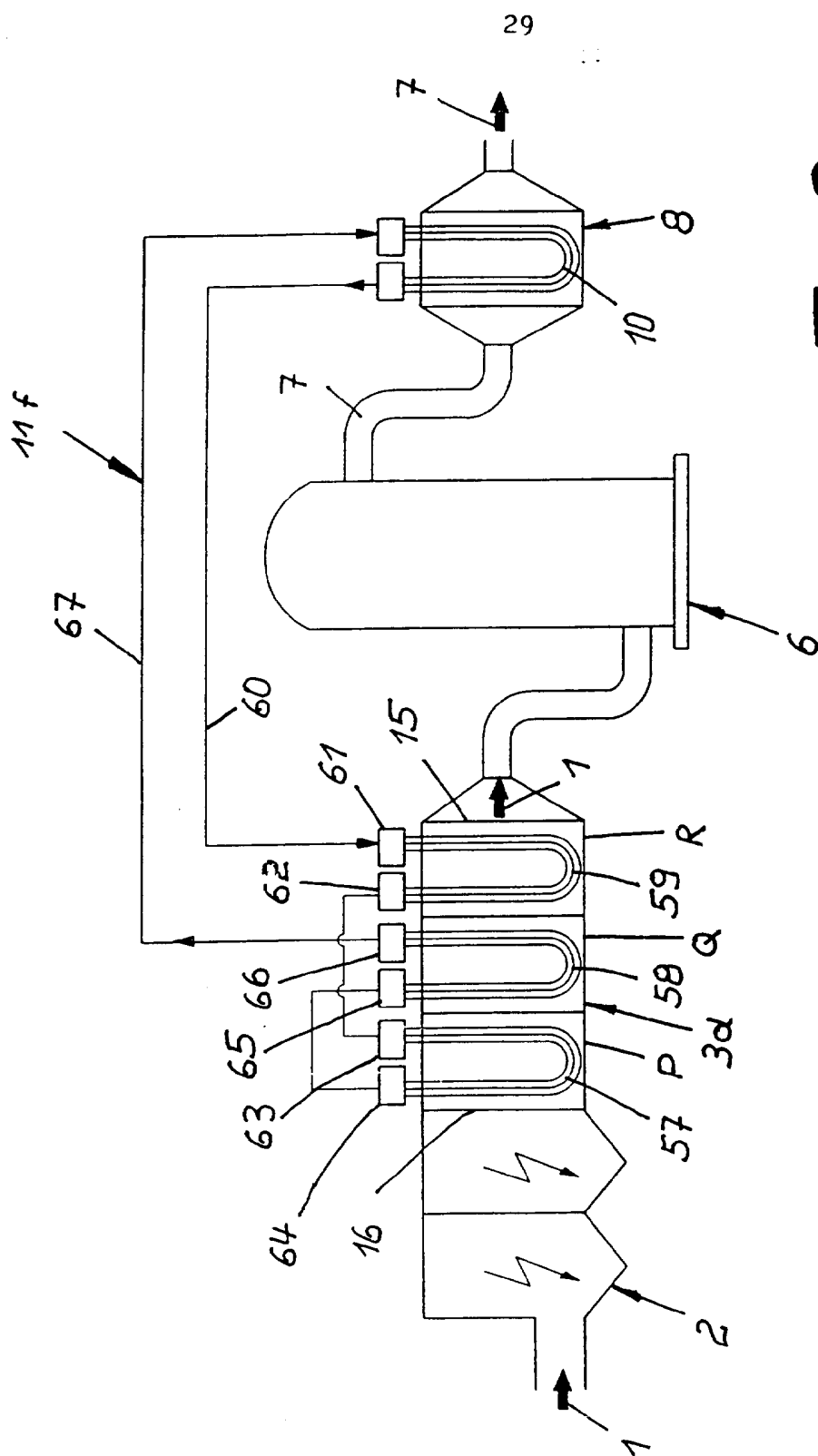


Fig. 8

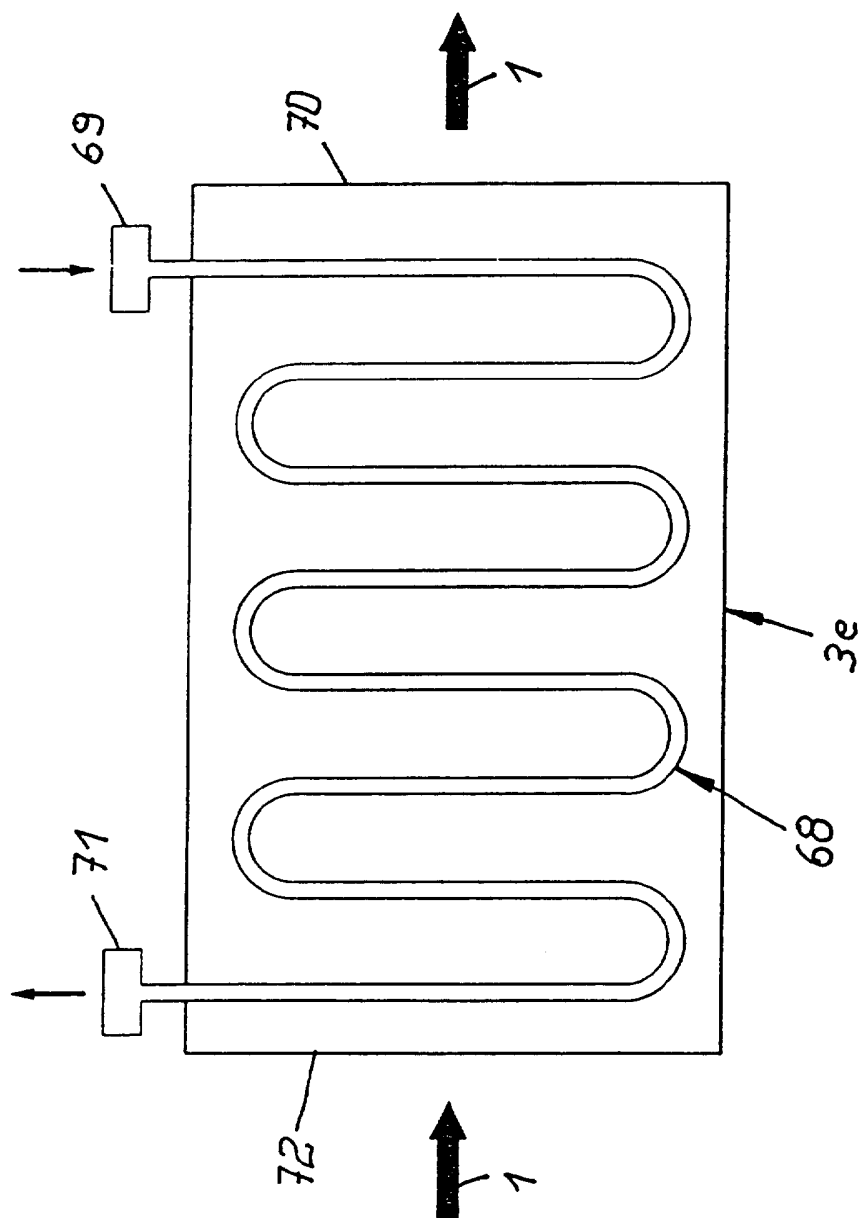


Fig. 9

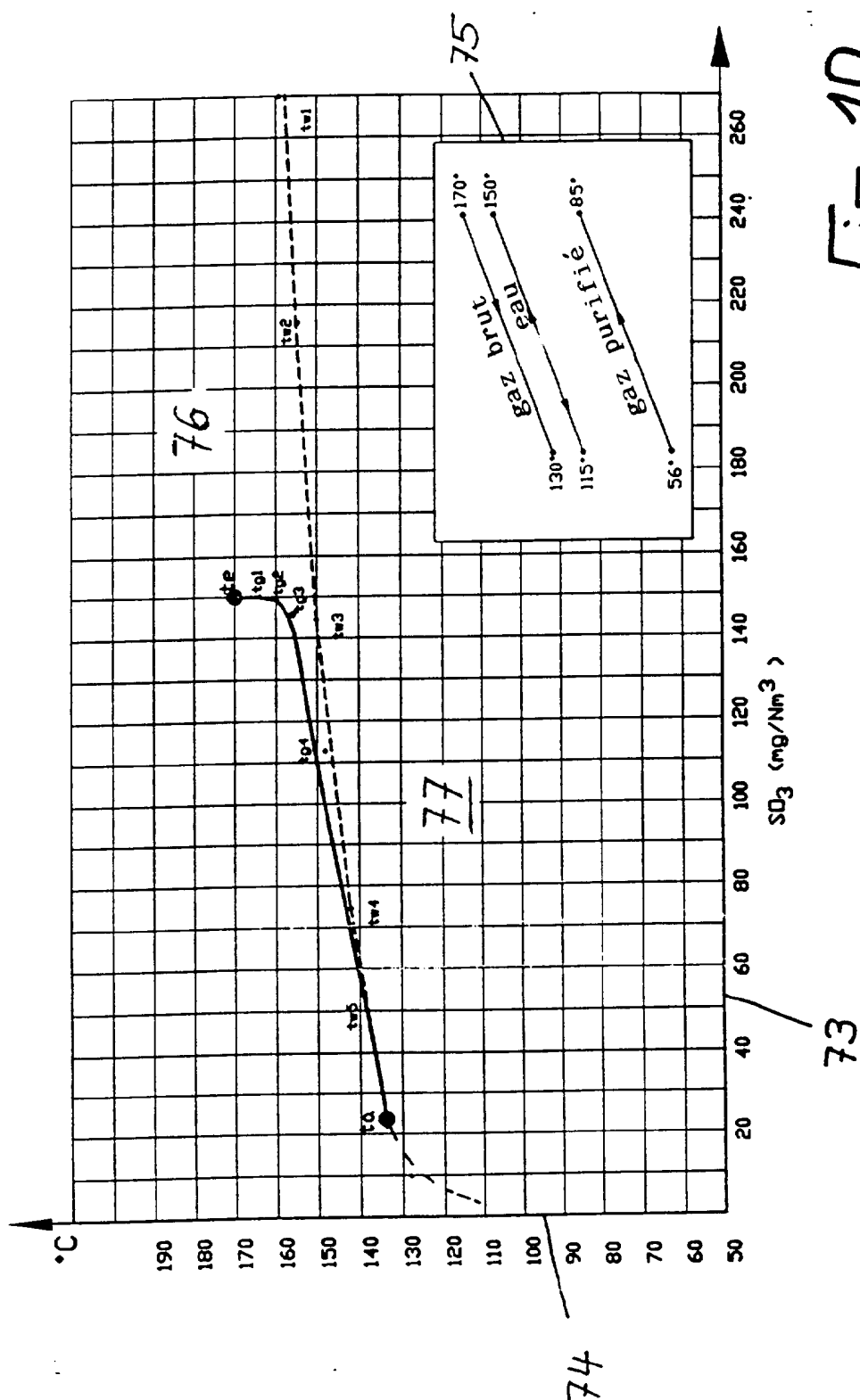


Fig. 10

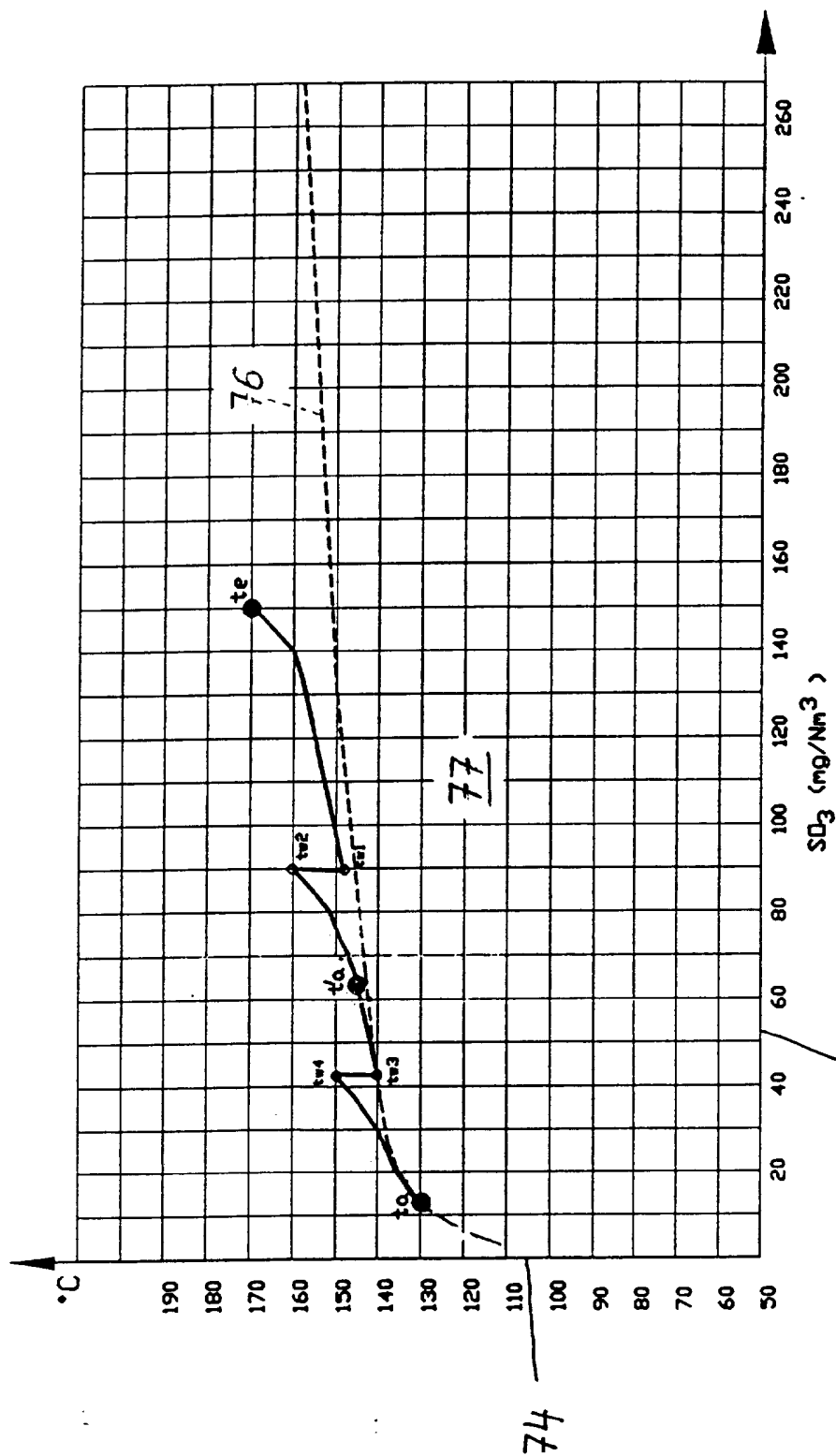


Fig. 11



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 5549
BE 9500368

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)
E	DE-A-44 06 772 (GEA LUFTKÜHLER GMBH) 7 Septembre 1995 * le document en entier *	1-17	B01D53/50
X	US-A-4 619 671 (GEA LUFTKÜHLERGESELLSCHAFT HAPPEL GMBH & CO.) * colonne 2, ligne 29 - colonne 3, ligne 46; revendications 1-15; figures 1-6 *	1-17	
A	DE-A-35 05 952 (DAVY MCKEE AG) * page 5, ligne 8 - ligne 23; revendications 1-8; figure 1 *	1-17	
A	DE-A-40 02 434 (GEA LUFTKÜHLER GMBH) * revendications 1-14; figures 1-8 *	1-17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 Janvier 1996		Eijkenboom, A	
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 5549
BE 9500368

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.

23-01-1996

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-A-4406772	07-09-95	AUCUN	
US-A-4619671	28-10-86	AUCUN	
DE-A-3505952	21-08-86	AUCUN	
DE-A-4002434	01-08-91	AT-A, B 13291	15-09-94
		CN-A- 1054199	04-09-91
		IT-B- 1244644	08-08-94
		JP-A- 4341320	27-11-92
		RU-C- 2035980	27-05-95
		US-A- 5094826	10-03-92