

⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
14.12.88

⑥① Int. Cl.4: **F 28 G 1/06, F 28 G 7/00**

②① Numéro de dépôt: **86114805.4**

②② Date de dépôt: **24.10.86**

⑤④ **Procédé et dispositif automatique de nettoyage d'un échangeur de chaleur pour fluides gazeux.**

③⑩ Priorité: **25.10.85 FR 8515923**

⑦③ Titulaire: **Etablissements NEU Société Anonyme dite:, 70, rue du Collège, F-59700 Marcq- en- Baroeul (FR)**

④③ Date de publication de la demande:
29.04.87 Bulletin 87/18

⑦② Inventeur: **Barroyer, Paul, 53, Allée de la Courtine, F-59620 Villeneuve d'Asq (FR)**
Inventeur: **Piat, Eric, Boulevard Bigo Danel, F-59000 Lille (FR)**
Inventeur: **Foucher, Bernard, La Cressonnière Rue Pasteur, F-59152 Chereng- Gruson (FR)**
Inventeur: **Bouilliez, Léon, 54, Avenue des Acacias, F-59700 Marcq- en- Baroeul (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
14.12.88 Bulletin 88/50

⑧④ Etats contractants désignés:
AT CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑦④ Mandataire: **Casalonga, Axel, BUREAU D.A. CASALONGA - JOSSE Morassistrasse 8, D-8000 Munich 5 (DE)**

⑥⑤ Documents cité:
FR-A-1 248 787
GB-A-1 112 964
US-A-2 795 400
US-A-3 288 204

PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 1, no. 51, 18 mai 1977, page 252 M 77; & JP-A-52 3903 (KIKAN BUIHIN SEIZO K.K.) 01-12-1977

EP 0 219 882 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 a pour objet un procédé et un dispositif automatique de nettoyage périodique des surfaces d'un échangeur de chaleur destiné à traiter des fluides gazeux s'écoulant dans des canaux verticaux définis entre lesdites surfaces.

Le problème posé par l'encrassement des surfaces d'échange des échangeurs de chaleur est un obstacle important pour leur exploitation. Pour les échangeurs de chaleur destinés à traiter des fluides gazeux, on constate tout d'abord une diminution du flux de chaleur échangé en raison de l'encrassement des parois entre lesquelles s'écoule le fluide gazeux. Par ailleurs, on constate des dépôts de poussière qui peuvent rapidement atteindre des épaisseurs non négligeables, ce qui entraîne une augmentation considérable des pertes de charge.

Les échangeurs de chaleur étant en général constitués d'un certain nombre de canaux en parallèle, l'encrassement entraîne un risque de colmatage d'une partie de la section de passage des gaz, ce qui se traduit par une perte de surface d'échange entraînant une diminution d'efficacité de l'échangeur. En effet, il est très difficile d'assurer une distribution rigoureusement uniforme des débits dans la totalité des canaux en parallèle d'un tel échangeur de chaleur. Ainsi, il est concevable qu'un certain nombre de canaux reçoivent moins de débit que d'autres. Tous les canaux étant en général géométriquement identiques, les vitesses d'écoulement dans certains canaux peuvent donc être moindres que dans d'autres. La vitesse de dépôt des particules de poussière variant en sens inverse de la vitesse d'écoulement des gaz, il en résulte un dépôt préférentiel des particules solides le long des parois des zones moins bien alimentées de l'échangeur. Les caractéristiques de pertes de charge des canaux obstrués augmentent rapidement avec la diminution de leur diamètre hydraulique, ce qui entraîne à nouveau une réduction des vitesses d'écoulement. Ainsi le phénomène s'auto-entretient et s'accélère même jusqu'à l'obturation complète de certains canaux.

Pour éviter ces inconvénients, on procède généralement à l'entretien régulier des surfaces d'échange. Cet entretien peut se faire de manière discontinue avec intervention humaine périodique. Un tel processus présente cependant l'inconvénient d'entraîner des coûts de main d'oeuvre importants ainsi que des pertes de productivité en raison des arrêts nécessaires de l'installation.

On a donc envisagé de lutter contre l'encrassement des échangeurs de chaleur en agissant à la source même du phénomène. On a tout d'abord imaginé de lutter contre le colmatage des échangeurs de chaleur en organisant les écoulements de manière rigoureusement uniforme de façon que les dépôts solides se produisent simultanément sur

toutes les surfaces. L'épaisseur des dépôts tend alors asymptotiquement vers une limite pour laquelle la vitesse d'érosion contrebalance la vitesse de dépôt. Une telle limite stable pour l'épaisseur des dépôts évite le colmatage partiel de la section de passage des gaz dans l'échangeur. Le FR-A-2 524 132 décrit une telle réalisation dans laquelle le passage des gaz est organisé de manière parfaitement uniforme. On ne peut cependant exclure un déséquilibre accidentel de l'alimentation qui entraînerait alors un début de colmatage.

Un autre moyen de lutte contre l'encrassement et le colmatage est de prévoir un nettoyage de l'intérieur des tubes. Des dispositifs à cet effet ont été prévus, en particulier pour les échangeurs de chaleur tubulaires destinés au traitement des liquides.

On connaît par exemple l'utilisation de corps souples de taille légèrement supérieure au diamètre des tubes, que l'on force par poussée hydraulique sur toute leur longueur (voir EP-A 41 698). Un tel procédé n'est cependant pas applicable dans le cas d'un écoulement gazeux compressible.

Dans certains cas, on a préconisé d'utiliser les contraintes de frottement des fluides sur les parois d'échange et leur brusque variation pour détacher les dépôts particuliers on connaît par exemple un dispositif de ramonage à la vapeur ou à l'air comprimé des tubes de fumée des chaudières (voir EP-A-29 933). Mais tous les dépôts solides ne se laissent pas détacher sous l'influence des seules contraintes de frottement, et seul un râclage mécanique pourrait garantir un entretien régulier des surfaces d'échange.

Pour les échangeurs de chaleur destinés à traiter les liquides, on a déjà imaginé d'utiliser une spirale métallique élastique mise en agitation par la circulation du liquide (FR-A-2 479 964). Dans un tel procédé, la quantité de mouvement transmise par le liquide suffit à provoquer l'agitation du fil métallique qui entre en contact répétitif avec les parois internes des tubes, effectuant ainsi le nettoyage. Toutefois, dans le cas d'un fluide gazeux, un tel procédé ne pourrait pas être utilisé, les quantités de mouvement transmises par les gaz n'étant pas suffisantes dans des conditions normales d'utilisation. Une augmentation de la vitesse d'écoulement du fluide gazeux pour obtenir l'effet désiré, entraînerait l'apparition de pertes de charge beaucoup trop importantes.

Le FR-A-2 435 292 également adapté au cas d'un échangeur de chaleur pour le traitement des liquides, utilise un dispositif mécanique pour étirer périodiquement un ressort hélicoïdal dont la fonction est de râcler les substances déposées le long des parois, empêchant ainsi leur détérioration par surchauffe locale. Il est préconisé d'utiliser un ajustement serré le long de la paroi du tube.

L'utilisation d'un tel dispositif mécanique pour un échangeur de chaleur destiné à traiter les fluides gazeux, en particulier à haute température

pouvant dépasser 800° C, poussiéreux et éventuellement agressifs, présenterait des difficultés considérables à la fois sur le plan de la conception et de la fiabilité.

La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif automatiques de nettoyage périodique des surfaces internes d'un échangeur de chaleur pour fluides gazeux qui permette d'obtenir une mise en vibration d'éléments élastiques de râclage placés à l'intérieur des canaux de l'échangeur de chaleur, et ce par des moyens simples actionnés pneumatiquement, afin de résoudre les problèmes posés par l'adaptation des dispositifs de nettoyage connus aux échangeurs de chaleur destinés à traiter des fluides gazeux.

Selon l'invention, le procédé automatique de nettoyage périodique des surfaces d'un échangeur de chaleur pour fluides gazeux s'écoulant dans des canaux verticaux entre lesdites surfaces, fait usage d'éléments élastiques disposés en permanence dans lesdits canaux et capables d'être mis en vibration afin d'effectuer le nettoyage desdites surfaces. La mise en vibration des éléments élastiques se fait, selon l'invention, successivement pour au moins un groupe de canaux de l'échangeur de chaleur, au moyen d'une injection d'un gaz comprimé supplémentaire dans une position telle qu'elle induise dans ledit groupe de canaux un débit de fluide gazeux provenant de l'échangeur.

La commande d'injection du gaz supplémentaire peut être faite manuellement par intermittence, ou selon une séquence déterminée pour chaque groupe de canaux de l'échangeur sous le contrôle d'un automatisme de pilotage.

L'injection du gaz supplémentaire sous pression peut se faire dans l'axe ou dans le plan de symétrie des canaux, ou encore de manière inclinée selon les applications.

L'injection du gaz supplémentaire comprimé se fait de préférence au moyen de tuyères placées dans une position en amont de l'embouchure de chaque canal de l'échangeur de chaleur.

L'invention a également pour objet un dispositif automatique de nettoyage périodique des surfaces d'un échangeur de chaleur pour fluides gazeux qui permet la mise en oeuvre du procédé de l'invention. Le dispositif de l'invention comprend des conduites d'injection de gaz comprimé supplémentaire débouchant en amont, devant les ouvertures des groupes de canaux et un dispositif de commande d'injection adapté pour commander successivement et périodiquement pour chaque groupe de canaux, une injection de gaz comprimé supplémentaire induisant dans le groupe de canaux un débit de fluide gazeux provenant de l'échangeur, provoquant ainsi la mise en vibration des éléments élastiques se trouvant dans le groupe de canaux. Ces vibrations qui se produisent à la fois de façon longitudinale, transversale et en rotation, provoquent une multitude de contacts entre les éléments élastiques et les parois internes des canaux de l'échangeur de chaleur,

entraînant ainsi un râclage de ces parois et un détachement des particules solides qui peuvent alors tomber sous l'action de la gravité, dans les canaux verticaux et/ou être entraînés par l'écoulement gazeux.

Les éléments élastiques sont de préférence fixés à leurs deux extrémités au voisinage des deux extrémités des canaux.

Dans une variante, les éléments élastiques peuvent n'être fixés qu'à leur extrémité haute, voisine de l'ouverture, l'extrémité basse des éléments élastiques étant alors libre.

Les conduits d'injection comportent de préférence des tuyères d'injection qui dirigent l'écoulement de gaz comprimé supplémentaire vers l'ouverture supérieure des canaux. Ces tuyères peuvent en outre servir de fixation pour la partie supérieure des éléments élastiques, soit directement, soit par l'intermédiaire d'éléments supplémentaires solidaires des tuyères ou fixés aux tuyères.

Les éléments élastiques sont disposés dans les canaux verticaux de l'échangeur de chaleur au voisinage immédiat de leurs parois internes, sans toutefois entrer en contact avec lesdites parois lors du fonctionnement normal de l'échangeur, c'est-à-dire en-dehors des périodes de nettoyage.

Pendant le fonctionnement normal de l'échangeur, les éléments élastiques jouent donc le rôle de turbulateurs perturbant la couche limite au voisinage des parois internes des canaux, ce qui permet de faire circuler l'écoulement gazeux à une vitesse basse qui est de préférence comprise entre environ 8 et 12 m/seconde, et plus particulièrement entre environ 8 et 10 m/seconde.

Dans un mode de réalisation préféré, les éléments élastiques sont constitués de fils métalliques enroulés en hélice. Dans une variante, on peut utiliser des fils métalliques munis d'une pluralité de pales s'étendant radialement, avantageusement profilées aérodynamiquement, de façon à mettre en vibration l'ensemble de l'élément élastique par action de l'écoulement gazeux induit par le gaz comprimé supplémentaire provenant des conduites d'injection.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs, et illustrée par les dessins annexés, sur lesquels:

la figure 1 est une vue partielle en élévation en coupe d'un échangeur de chaleur tubulaire comportant un dispositif automatique de nettoyage périodique selon l'invention;

la figure 2 est une vue partielle en coupe de côté de l'échangeur de la figure 1;

les figures 3 et 4 illustrent deux variantes de fixation de la partie haute des éléments élastiques;

la figure 5 illustre en vue agrandie schématiquement et en coupe, une variante de réalisation de l'extrémité haute d'un tube

d'échangeur de chaleur; et

la figure 6 illustre schématiquement en coupe une variante d'élément élastique pouvant être utilisé pour la mise en oeuvre de la présente invention.

Tel qu'il est illustré sur les figures 1 et 2, l'échangeur de chaleur est du type tubulaire à courant croisé dans lequel des gaz chauds et poussiéreux s'écoulent à l'intérieur de tubes verticaux 1, de préférence du haut vers le bas. L'air de refroidissement s'écoule de manière transversale à la direction des gaz chauds et poussiéreux, à l'extérieur des tubes 1 et entre ceux-ci. On comprendra bien entendu que l'invention pourrait également s'appliquer sans modifications notables, à un échangeur du type tubes-calandre avec écoulement parallèle aux tubes des gaz de refroidissement, ou encore à un autre type, et en particulier à un échangeur de chaleur à plaques.

Les tubes 1 sont fixés aux plaques de tête supérieure 2a et inférieure 2b par soudure selon un procédé classique dans la construction des échangeurs de ce type. Les tubes 1 communiquent ainsi avec un plenum supérieur 3 qui sert à l'admission ou l'extraction des gaz chauds et poussiéreux par un orifice d'admission ou d'extraction qui n'est pas représenté sur les figures, et avec un plenum inférieur 4 comportant un orifice d'extraction ou d'admission également non représenté. Le plenum inférieur 4 a de préférence, comme illustré sur la figure 1, la forme d'une trémie permettant de faciliter la récupération des particules solides qui viendront s'y décanter lors des opérations de nettoyage.

Le dimensionnement des sections de passage des gaz est choisi de façon qu'une vitesse d'écoulement comprise entre environ 8 et 12 m/sconde, et de préférence environ 8 et 10 m/seconde, soit obtenue. Il convient en effet de ne pas adopter une vitesse d'écoulement trop importante, afin de ne pas créer de pertes de charge exagérées. Par ailleurs, une vitesse d'écoulement trop basse entraînerait un encombrement prohibitif pour l'ensemble de l'appareil. Le choix du diamètre des tubes se fait de façon à permettre le passage des gaz avec la vitesse d'écoulement convenable qui vient d'être mentionnée, tout en permettant l'insertion des éléments élastiques de nettoyage.

Les éléments élastiques sont constitués dans l'exemple illustré sur les figures 1 et 2 par un fil métallique 5 enroulé en hélice et formant ressort. Les ressorts 5 sont fixés de manière rigide à leurs extrémités haute 6 et basse 7, qui dépassent toutes deux des extrémités haute et basse des tubes 1. Les extrémités inférieures 7 des ressorts 5 sont fixées à une grille 8 elle-même montée rigidement par des moyens non illustrés sur les figures, dans le plenum inférieur 4. Dans l'exemple illustré, la grille 8 présente une maille identique à celle des axes des tubes 1 de l'échangeur. On comprendra cependant qu'une fixation différente pourrait parfaitement être

envisagée.

La fixation de la partie basse 7 du ressort 5 se fait au moyen de crochets 9 permettant un démontage aisé. On pourrait là encore utiliser d'autres moyens, et en particulier une fixation à boulonnage ou à épingle, dans la mesure où le démontage facile reste possible.

Dans la partie haute de l'échangeur de chaleur et à l'intérieur du plenum supérieur 3, se trouvent disposées une pluralité de tuyères d'injection 10 pour un gaz comprimé supplémentaire qui peut par exemple être de l'air comprimé ou de la vapeur d'eau sous pression. Les tuyères 10 comportent des extrémités de faible diamètre pouvant être compris par exemple entre 4 et 10 mm approximativement, étant entendu que le choix du diamètre de la tuyère d'injection dépend du diamètre des tubes 1 de l'échangeur.

Les tuyères 10 sont centrées sur les axes des tubes 1 et placées à une certaine distance au-dessus de l'ouverture des tubes 1. Il serait possible dans une variante, que l'axe des tuyères 10 présente une certaine inclinaison par rapport à l'axe des tubes 1, ce qui permettrait alors d'orienter le jet de gaz supplémentaire comprimé vers la périphérie des éléments élastiques 5, entraînant une excitation différente.

Les tuyères d'injection 10 sont reliées par de petits tubes verticaux 11 à un conduit d'injection 12 lui-même connecté à un réservoir de gaz comprimé 13. On notera que dans l'exemple illustré, chaque conduit d'injection 12 équipé de sa pluralité de tubes verticaux 11 et des tuyères d'injection 10, permet l'injection de gaz dans une rangée de tubes 1 (figure 2).

Une vanne de commande 14 qui peut être actionnée manuellement ou au moyen d'une électrovanne pilotée par un automatisme, permet l'injection commandée périodique du gaz comprimé supplémentaire contenu dans le réservoir 13, pour cette rangée de tubes 1.

La fixation de l'extrémité supérieure 6 des ressorts 5 peut être faite directement sur les tubes verticaux 11. En se reportant à la figure 3, on voit un premier mode de réalisation d'une telle fixation. Selon ce mode de réalisation, le tube d'injection 11 est muni d'ailettes longitudinales 15 dans lesquelles sont pratiquées des perforations 16 permettant le passage et l'enroulement de l'extrémité supérieure du ressort 5. La figure 4 montre une variante de réalisation dans laquelle le ressort 5 est terminé par un enroulement 17 de plus petit diamètre que le ressort 5, l'enroulement 17 étant enfilé sur l'extrémité du tube d'injection 11 et bloqué par un élément de serrage 18. On notera bien entendu qu'il serait parfaitement possible de fixer les extrémités supérieures des ressorts 5 par d'autres moyens, par exemple directement sur la conduite d'injection 12, ou encore sur un support séparé monté rigidement dans le plenum supérieur 3.

Le dispositif de l'invention fonctionne de la manière suivante. Pour procéder au nettoyage périodique des parois internes des tubes 1, on injecte dans une rangée de tubes 1, un gaz

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

comprimé supplémentaire à une pression de l'ordre de 2 à 6 bars par les tuyères 10. Cette injection, qui se fait pendant une durée relativement courte, par exemple comprise entre 1/10ème de seconde et quelques secondes, induit instantanément un débit de fluide gazeux en provenance du plenum supérieur 3 et des tubes 1 des rangées voisines. Ce débit de fluide gazeux induit est de l'ordre de quatre à six fois le débit du gaz comprimé supplémentaire injecté par les tuyères 10. La vitesse d'écoulement ainsi créée à l'intérieur des tubes 1, est donc très importante. La quantité de mouvement ainsi fournie est communiquée aux ressorts 5 et l'agitation qui en résulte est amortie dans l'écoulement et le long des parois des tubes 1 par chocs et râclage, ce qui entraîne le nettoyage et l'entretien de l'état des surfaces internes des tubes 1 de l'échangeur de chaleur.

Il est ainsi possible d'empêcher l'encrassement des tubes de l'échangeur sans générer de pertes de charge trop importantes puisque la vitesse d'écoulement, en fonctionnement normal en-dehors des périodes de nettoyage, peut être choisie à une valeur relativement basse comme on l'a mentionné précédemment. Les performances d'échange thermique sont par ailleurs améliorées grâce à l'insertion à l'intérieur des tubes des ressorts 5 qui jouent le rôle de turbulateurs dont l'effet de suppression des couches limites compense la réduction de la vitesse d'écoulement. L'utilisation d'un système de commande manuel ou automatique permet de contrôler parfaitement la fréquence d'injection du gaz comprimé supplémentaire et d'optimiser ainsi l'usure et la fréquence de remplacement des éléments élastiques constitués par les ressorts 5.

La figure 5 illustre une variante du dispositif de l'invention dans laquelle l'extrémité supérieure de chaque tube 1 de l'échangeur est équipée d'une pièce d'embouchure 19 pénétrant partiellement à l'intérieur du tube 1. La pièce d'embouchure 19 peut être fixée sur le tube 1 par filetage comme illustré sur la figure 5, ou par tout autre moyen tel qu'encliquetage, soudure, collage, etc. La pièce d'embouchure 19 est profilée à la façon d'un convergent de tuyère, de façon à induire un plus grand débit de fluide gazeux sous l'effet de l'injection du gaz comprimé supplémentaire par les tuyères 10 placées comme précédemment à une certaine distance de l'embouchure des tubes 1. Il est ainsi possible de réduire encore le débit du gaz comprimé supplémentaire nécessaire à l'opération de nettoyage périodique.

La figure 6 montre schématiquement un élément élastique de structure différente pouvant être utilisé dans le cadre de l'invention. Sur cette figure, on a représenté un tube 1 à l'intérieur duquel l'élément élastique est constitué par un câble 20 présentant de faibles ondulations et muni d'une pluralité de pales 21 s'étendant radialement et présentant un profil aérodynamique de façon à pouvoir être

entraînées de manière tourbillonnaire dans l'écoulement gazeux parallèle à l'axe du tube 1. Les pales 21 provoquent alors le nettoyage par chocs et râclage comme précédemment.

Dans tous les cas, on notera qu'il est important que l'élément élastique constitué par le ressort 5 ou par le câble 20 muni des ailettes 21, ou encore par tout autre moyen équivalent, soit placé à l'intérieur du tube 1 ou du canal vertical de l'échangeur, de façon à être à proximité immédiate de ses parois internes, sans toutefois entrer en contact avec lesdites parois lors du fonctionnement normal de l'échangeur de chaleur en-dehors des périodes de nettoyage. De ce fait, la couche limite se trouve effectivement perturbée par des portions de l'élément élastique se trouvant au voisinage des parois internes des tubes 1 et le nettoyage est mieux assuré lors de l'injection de gaz comprimé.

Dans les exemples illustrés, les éléments élastiques ont été fixés rigidement à leurs extrémités supérieure et inférieure. On comprendra cependant qu'il serait possible d'envisager dans une variante de ne pas fixer les extrémités inférieures des éléments élastiques. Ceux-ci restent alors libres de toute entrave au voisinage de leur extrémité inférieure 7 et peuvent en quelque sorte flotter dans l'écoulement gazeux. Les caractéristiques de vibration entraînées par l'injection de gaz comprimé supplémentaire et l'écoulement gazeux induit sont alors différentes et peuvent être adaptées à certains problèmes particuliers de colmatage.

Revendications

1. Procédé automatique de nettoyage périodique des surfaces d'un échangeur de chaleur pour fluides gazeux s'écoulant dans des canaux verticaux entre lesdites surfaces, au moyen d'éléments élastiques (5, 20, 21) disposés en permanence dans lesdits canaux (1) et capables d'être mis en vibration afin d'effectuer le nettoyage desdites surfaces, caractérisé par le fait que la mise en vibration des éléments élastiques (5, 20, 21) est faite successivement pour au moins un groupe de canaux (1) de l'échangeur de chaleur au moyen d'une injection d'un gaz comprimé supplémentaire dans une position telle qu'elle induise un débit de fluide gazeux provenant de l'échangeur dans ledit groupe de canaux.

2. Procédé automatique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la commande d'injection de gaz supplémentaire est faite manuellement par intermittence.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la commande d'injection de gaz supplémentaire est faite selon une séquence déterminée pour chaque groupe de canaux de l'échangeur sous le contrôle d'un automatisme de pilotage.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'injection de gaz supplémentaire est faite dans l'axe ou dans le plan de symétrie des canaux.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'injection de gaz supplémentaire est faite de manière inclinée par rapport à l'axe ou au plan de symétrie des canaux.
6. Procédé selon les revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait que l'injection de gaz supplémentaire est faite au moyen de tuyères (10) placées dans une position en amont de l'ouverture de chaque canal (1).
7. Dispositif automatique de nettoyage périodique des surfaces d'un échangeur de chaleur pour fluides gazeux s'écoulant dans des canaux verticaux (1) défini entre lesdites surfaces, comportant des éléments élastiques disposés en permanence dans lesdits canaux (1) et capables d'être mis en vibration afin d'effectuer le nettoyage desdites surfaces, caractérisé par le fait qu'il comprend des conduites d'injection (10, 11, 12) de gaz comprimé supplémentaire débouchant devant les ouvertures de groupes de canaux (1) et un dispositif de commande d'injection (14) adapté pour commander successivement et périodiquement pour chaque groupe de canaux, une injection de gaz comprimé supplémentaire induisant dans ledit groupe de canaux (1) un débit de fluide gazeux provenant de l'échangeur, provoquant la mise en vibration des éléments élastiques (5, 20, 21) se trouvant dans ledit groupe de canaux.
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les éléments élastiques sont fixés au moins à leur extrémité haute voisine de l'ouverture amont des canaux.
9. Dispositif selon les revendications 7 ou 8, caractérisé par le fait que les éléments élastiques sont fixés à leurs deux extrémités au voisinage des extrémités des canaux.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé par le fait que les conduites d'injection comportent les tuyères d'injection (10) dirigeant l'écoulement de gaz comprimé supplémentaire vers l'ouverture supérieure des canaux (1).
11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé par le fait que les éléments élastiques (5) sont fixés auxdites tuyères (10, 11).
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé par le fait que les éléments élastiques (5, 20, 21) sont disposés dans les canaux (1) au voisinage immédiat de leurs parois internes, sans toutefois entrer en contact avec lesdites parois lors du fonctionnement normal de l'échangeur, en-dehors des périodes de nettoyage.
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que les éléments élastiques sont constitués par des fils métalliques (5) enroulés en hélice.
14. Dispositif selon la revendication 12,

caractérisé par le fait que les éléments élastiques sont constitués par des fils métalliques (20) munis d'une pluralité de pales (21) s'étendant radialement.

- 5 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, adapté à un échangeur de chaleur tubulaire, caractérisé par le fait que chaque tube est équipé intérieurement d'un élément élastique et coopérant avec une tuyère d'injection (10) communiquant avec un conduit d'injection (12) de gaz supplémentaire sous pression.
- 10
- 15 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé par le fait que l'extrémité supérieure de chaque tube (1) comporte une pièce d'embouchure (19) de profil convergent coopérant avec la tuyère d'injection (10) pour augmenter le débit de fluide gazeux induit par l'injection de gaz comprimé supplémentaire.
- 20

Patentansprüche

- 25 1. Automatisches Verfahren zum periodischen Reinigen der Flächen eines Wärmeaustauschers für in vertikalen Kanälen zwischen diesen Flächen fließende gasförmige Fluide mit Hilfe von elastischen Körpern (5, 20, 21), die sich ständig in den Kanälen (1) befinden und in Schwingung versetzbar sind, um die genannten Flächen zu reinigen, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper (5, 20, 21) an mindestens einer Gruppe Kanäle (1) des Wärmeaustauschers
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- 6
- nacheinander in Schwingungen versetzt werden durch Einblasen eines zusätzlichen Druckgases in einer solchen Position, daß ein Durchfluß von aus dem Austauscher stammendem gasförmigem Fluid in der genannten Kanalgruppe herbeigeführt wird.
2. Automatisches Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Befehl zum Einblasen von Zusatzgas von Hand in Abständen erteilt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Befehl zum Einblasen von Zusatzgas in einer bestimmten Folge für jede Kanalgruppe des Austauschers durch Kontrolle mittels einer Steuerungsautomatik erteilt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasen von Zusatzgas in der Symmetrieachse oder der Symmetrieebene der Kanäle erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasen von Zusatzgas schräg zur Symmetrieachse oder zur Symmetrieebene der Kanäle erfolgt.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Einblasen von Zusatzgas mit Hilfe von Düsen (10) erfolgt, die in Strömungsrichtung oberhalb der Öffnung jedes Kanals (1) angeordnet sind.
7. Automatische Vorrichtung zum periodischen Reinigen der Flächen eines Wärmeaustauschers für in zwischen diesen Flächen definierten

vertikalen Kanälen (1) fließende gasförmige Fluide, mit ständig in diesen Kanälen (1) befindlichen elastischen Körpern, die in Schwingung versetzbar sind, um die genannten Flächen zu reinigen, dadurch gekennzeichnet, daß Einblaskanäle (10, 11, 12) für zusätzliches Druckgas vorgesehen sind, die vor den Öffnungen von Gruppen von Kanälen (1) ausmünden, sowie eine Vorrichtung (14) zum Auslösen des Einblasens, die nacheinander und periodisch an jeder Gruppe von Kanälen ein Einblasen von zusätzlichem Druckgas veranlassen kann, wodurch in der genannten Gruppe von Kanälen (1) ein Durchfluß von aus dem Austauscher stammendem gasförmigem Fluid herbeigeführt wird, der die in der genannten Gruppe von Kanälen befindlichen elastischen Körper (5, 20, 21) in Schwingung versetzt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper mindestens an ihrem oberen Ende in der Nähe der stromauf gelegenen Öffnung der Kanäle befestigt sind.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper an ihren beiden Enden in der Nähe der Enden der Kanäle befestigt sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß an den Einblasleitungen die Einblasdüsen (10) angeordnet sind, die den Strom von zusätzlichem Druckgas in Richtung auf die obere Öffnung der Kanäle (1) richten.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper (5) an den genannten Düsen (10, 11) befestigt sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper (5, 20, 21) in den Kanälen (1) in unmittelbarer Nähe der Innenwände angeordnet sind, ohne jedoch außerhalb der Reinigungsperioden beim normalen Arbeiten des Austauschers die Wände zu berühren.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper aus wendelförmig gewickelten Metalldrähten (5) bestehen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Körper aus Metalldrähten (20) bestehen, die mit einer Vielzahl von radial ausgestreckten Flügeln (21) versehen sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14 für einen Rohrwärmeaustauscher, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Rohr in seinem Inneren mit einem elastischen Körper ausgerüstet ist, der mit einer Einblasdüse (10) zusammenwirkt, die mit einer Einblasleitung (12) für zusätzliches Druckgas in Verbindung steht.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende jedes Rohrs (1) ein Mundstück (19) mit konvergierendem Profil trägt, das mit der Einblasdüse (10) zusammenwirkt, um den durch das Einblasen von Druckgas herbeigeführten Durchfluß von gasförmigem Fluid zu verstärken.

Claims

1. Automatic process for periodically cleaning the surfaces of a heat exchanger for gaseous fluids flowing inside vertical channels between the said surfaces, by means of elastic members (5, 20, 21) arranged permanently inside the said channels (1) and capable of being made to vibrate so as to perform cleaning of the said surfaces, characterized in that vibration of the elastic members (5, 20, 21) is performed successively for at least one group of channels (1) of the heat exchanger by injecting an additional supply of compressed gas in a position such it induces a flow of gaseous fluid from the exchanger, inside the said group of channels.

2. Automatic process according to Claim 1, characterized in that the injection of additional gas is controlled manually at intervals.

3. Process according to Claim 1, characterized in that the injection of additional gas is performed in a given sequence for each group of channels of the exchanger under the control of an automatic control device.

4. Process according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that the additional gas is injected along the axis or plane of symmetry of the channels.

5. Process according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that the additional gas is injected at an angle relative to the axis or plane of symmetry of the channels.

6. Process according to Claim 4 or Claim 5, characterized in that the additional gas is injected by means of nozzles (10) located in a position upstream of the opening of each channel (1).

7. Automatic device for periodically cleaning the surfaces of a heat exchanger for gaseous fluids flowing inside vertical channels (1) defined between the said surfaces, comprising elastic members arranged permanently inside the said channels (1) and capable of being made to vibrate so as to perform cleaning of the said surfaces, characterized in that it comprises pipes (10, 11, 12) for injecting additional compressed gas, the ends of which pipes are located in front of the openings of groups of channels (1), and an injection control device (14) designed to control, successively and periodically, for each group of channels, injection of an additional supply of compressed gas inducing inside the said group of channels (1) a flow of gaseous fluid from the exchanger, causing vibration of the elastic members (5, 20, 21) inside the said group of channels.

8. Device according to Claim 7, characterized in that the elastic members are fixed at least at their top ends close to the upstream opening of the channels.

9. Device according to Claim 7 or Claim 8, characterized in that the elastic members are fixed at their two ends in the vicinity of the ends of the channels.

10. Device according to any one of Claims 7 to 9, characterized in that the injection pipes

comprise the injection nozzles (10) directing the flow of additional compressed gas towards the upper opening of the channels (1).

11. Device according to Claim 10, characterized in that the elastic members (5) are fixed to the said nozzles (10, 11). 5

12. Device according to any one of Claims 7 to 11, characterized in that the elastic members (5, 20, 21) are arranged inside the channels (1) in the immediate vicinity of their internal walls without, however, coming into contact with the said walls during normal operation of the exchanger, when cleaning is not being performed. 10

13. Device according to Claim 12, characterized in that the elastic members consist of helically wound metal wires (5). 15

14. Device according to Claim 12, characterized in that the elastic members consist of metal wires (20) provided with a plurality of radially extending vanes (21). 20

15. Device according to any one of Claims 7 to 14, designed for a tubular heat exchanger, characterized in that each tube is equipped internally with an elastic member cooperating with an injection nozzle (10) communicating with a pipe (12) for injecting additional pressurized gas. 25

16. Device according to Claim 15, characterized in that the top end of each tube (1) has a mouthpiece (19) with a converging profile cooperating with the injection nozzle (10) in order to increase the flow of gaseous fluid induced by the injection of additional compressed gas. 30

35

40

45

50

55

60

65

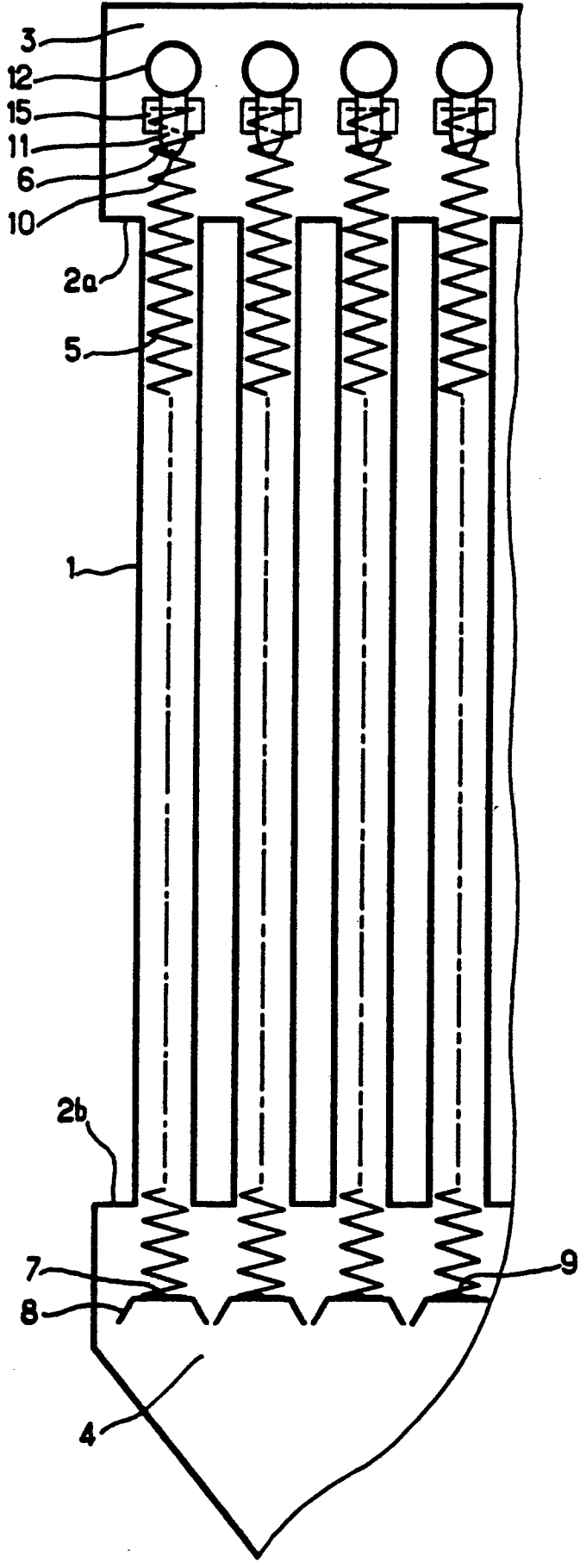


FIG.1

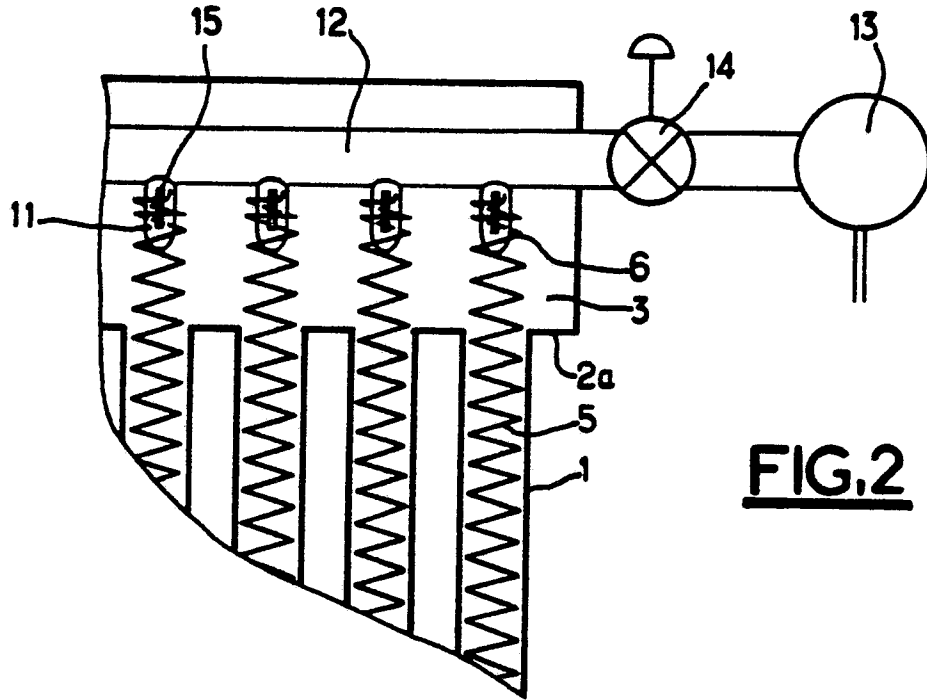


FIG. 2

FIG. 3

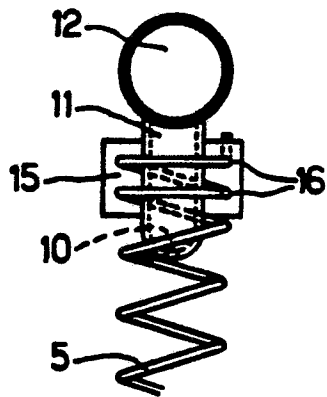


FIG. 4

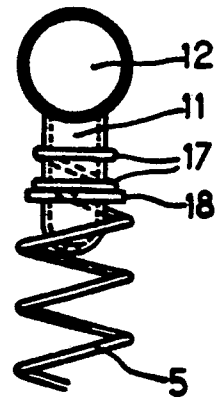


FIG.5

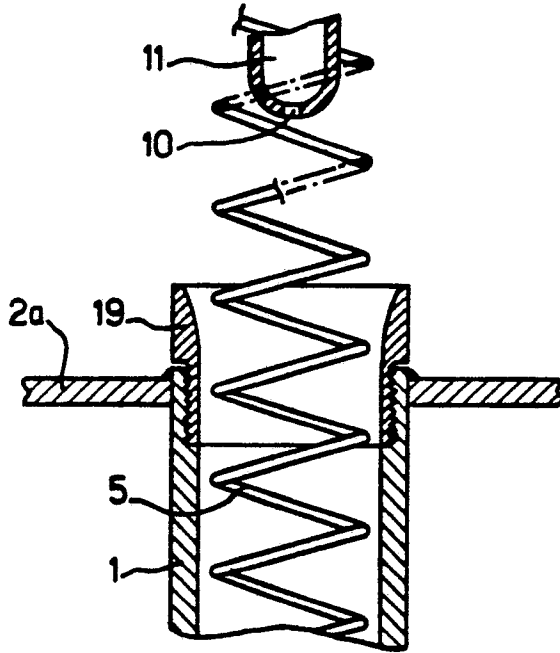


FIG.6

