

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **84401324.3**

(51) Int. Cl.⁴: **F 28 F 7/02**
F 28 F 21/04

(22) Date de dépôt: **25.06.84**

(30) Priorité: **11.07.83 FR 8311495**

(43) Date de publication de la demande:
16.01.85 Bulletin 85/3

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

(71) Demandeur: **SOCIETE EUROPEENNE DES PRODUITS REFRACTAIRES**
Les Miroirs 18, Avenue d'Alsace
F-92400 Courbevoie(FR)

(72) Inventeur: **Rogier, Serge**
1, Rue des Infirmières
F-84000 Avignon(FR)

(72) Inventeur: **Guigonis, Jacques**
Chemin des Hautures
F-84320 Entraigues sur Sorgue(FR)

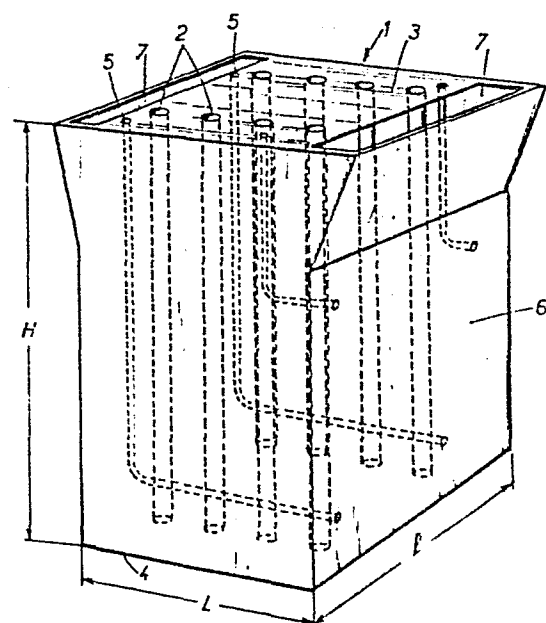
(74) Mandataire: **De Boisse, Louis et al,**
37, Avenue Franklin D. Roosevelt
F-75008 Paris(FR)

(54) **Echangeurs de chaleur moulés en matière réfractaire.**

(57) Echangeur de chaleur; cet échangeur à fluides séparés comporte un corps monolithique, moulé en matière réfractaire, qui comprend en son sein, venus de moulage, au moins un canal (2) pour le fluide à réchauffer et au moins un canal (5) pour le fluide à refroidir en relation mutuelle d'échange de chaleur.

Application à toutes industries avec des fluides corrosifs ou abrasifs, pour basses ou hautes températures.

FIG.:1



- 1 -

Echangeurs de chaleur moulés en matière réfractaire

L'invention concerne des échangeurs de chaleur moulés en matière réfractaire.

Il existe de nombreux domaines de l'industrie dans lesquels on a besoin d'échangeurs de chaleur capables de
5 travailler, à basses ou hautes températures, avec des fluides corrosifs et/ou abrasifs, étant entendu qu'en général on désigne par "basse température" une température inférieure à environ 700°C alors que par "haute température" on vise celles qui vont de 700°C à environ 1400°C.

10 Des exemples non limitatifs de tels domaines sont les suivants :

- . centrales thermiques au charbon ou au fuel lourd (réchauffeurs d'air travaillant sur des fumées riches en SO_2 et en cendres abrasives) ;
- 15 . réchauffeurs d'air sur chaudières à soufre ;
- . foyers d'incinération produisant des fumées riches en Cl , HCl , SO_2 , SO_4H_2 et NO_3H ;
- . fours de grillage de minerai produisant des fumées ri-

ches en Cl, SO₂ et oxydes métalliques ;

- . fours de verrerie produisant des fumées agressives ;
- . fours de métallurgie (fours poussant, fours Pitts) produisant des fumées riches en oxyde de fer ;
- 5 . fours de briquetteries et de cimenteries produisant des fumées riches en cendres abrasives ;
- . condenseurs de vapeurs agressives sur réacteurs de synthèse.

10 La présente invention vise à fournir de nouveaux échangeurs de chaleur monolithiques produits par moulage d'une composition réfractaire, qui présentent l'avantage de pouvoir travailler dans des conditions beaucoup plus drastiques que les échangeurs de chaleur métalliques ou céramiques actuellement utilisés, tout en étant notablement plus économiques que ces derniers, tant du point de
15 vue de leur fabrication que de leur maintenance.

Plus particulièrement, l'invention concerne un échangeur de chaleur, à fluides séparés, comportant un corps comprenant au moins un canal pour le fluide à réchauffer et
20 au moins un canal pour le fluide à refroidir en relation mutuelle d'échange de chaleur, caractérisé en ce que : le corps est moulé par coulée d'une matière réfractaire faisant prise à la température ambiante et présentant un retrait inférieur à 0,5 % ,

25 au moins l'un desdits canaux présente au moins un coude, et

le corps est complètement monolithique.

L'invention se prête particulièrement bien à la fabrication d'échangeurs de grande taille dont le corps a une masse supérieure à 500 kg.

5 Pour le moulage de l'échangeur, on peut utiliser toute composition réfractaire présentant un faible retrait (inférieur à 0,5 %) et une bonne coulabilité et donnant, après prise ou céramisation, une matière réfractaire ayant de bonnes propriétés de résistance à l'abrasion et aux agents chimiques ainsi qu'une faible perméabilité,
10 c'est-à-dire inférieure à 5 nanoperms.

Parmi ces compositions réfractaires et selon un mode de réalisation préféré, la matière réfractaire a la composition suivante, en % en poids :

15 (i) 55-99 % de particules d'un matériau réfractaire fondu et coulé contenant une phase vitreuse, ce matériau étant constitué principalement par les oxydes de zircone-silice, de zircone-silice-alumine ou de zircone-silice-alumine-oxyde de chrome, ces particules ayant la distribution granulométrique suivante : 15-
20 45 % de grains d'une grosseur de 2 à 5 mm, 20-40 % de grainette d'une grosseur de 0,5 à 2 mm, 15-30 % de farine d'une grosseur de 40 micromètres à 0,5 mm et 0-40 % de fines d'une grosseur inférieure à 40 micromètres ;

25 (ii) 1 à 5 % d'un ciment hydraulique ; et

(iii) 1-15 % d'une charge constituée de particules d'une grosseur de 0,01 à 5 micromètres, sensiblement sphériques, d'un oxyde de métal, la surface spécifique de ces particules étant supérieure à 5 m²/g ; la proportion de chacun des constituants (i), (ii), et
30 (iii) étant donnée par rapport au total des ingrédients (i), (ii) et (iii).

La matière réfractaire susmentionnée est décrite en détail dans le brevet européen N° 0 021 936 de la demande. De préférence, le constituant (ii) est un ciment superalumineux et le constituant (iii) est constitué de silice vitreuse.

Cette matière réfractaire présente la particularité d'avoir un très faible retrait (inférieur à 0,1 %) à la prise. Cette propriété permet d'obtenir des structures complexes avec une grande précision géométrique et d'introduire dans la masse des réseaux de canaux creux en matière organique sans apparition de fissures entre ces réseaux qui mettraient en communication les canaux de fluide à réchauffer avec les canaux de fluide à refroidir.

Cette matière réfractaire présente une basse perméabilité aux gaz et aux liquides même sous pression, qui est inférieure à 1 nanoperm et en général de l'ordre de 0,3 nanoperm.

La matière réfractaire préférée utilisée pour fabriquer les échangeurs de chaleur de l'invention se met en oeuvre comme un béton en la mélangeant intimement avant l'emploi avec une quantité d'eau comprise entre 3 et 25 %, de préférence entre 4 et 10 % en poids, et avec 0,01 à 1 % d'un agent dispersant tensio-actif par rapport au poids total des ingrédients (i) à (iii).

D'autres matières réfractaires moulables, y compris des bétons réfractaires, pourraient toutefois être utilisés aussi et l'invention n'est aucunement limitée à l'emploi du type de matière réfractaire spécifiquement décrit ci-dessus.

Selon un mode de réalisation particulier, le corps de l'

échangeur de chaleur comporte un premier réseau de canaux pour le fluide à réchauffer et un deuxième réseau de canaux pour le fluide à refroidir, les canaux de ces réseaux étant en relation mutuelle d'échange de chaleur.

- 5 Par "relation mutuelle d'échange de chaleur", on veut dire que les canaux des deux réseaux sont répartis dans le corps de façon qu'un canal du premier réseau soit voisin d'au moins un canal du deuxième réseau.

- 10 Les réseaux de canaux peuvent être parallèles, croisés ou obliques, comme on le désire. La présente invention se prête très bien à la réalisation de réseaux de canaux de forme complexe.

- 15 Selon un mode de réalisation préféré, les canaux du premier réseau et ceux du deuxième réseau débouchent sur des faces différentes du corps de l'échangeur.

- 20 Selon un autre mode de réalisation particulier, la matière réfractaire comprend, en outre, des fibres renforçantes, de préférence en acier inoxydable de courte longueur. A titre indicatif, on peut incorporer 0,5 à 3 % en poids de telles fibres dans la composition réfractaire, de préférence environ 1,5 % en poids. Ces fibres renforcent les propriétés mécaniques du corps et améliorent la résistance aux variations thermiques de la matière réfractaire.

- 25 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un échangeur selon l'invention, qui comprend les étapes suivantes :

- a) disposition dans un coffrage ou moule ayant la forme désirée pour le corps de l'échangeur, d'une pluralité d'inserts positionnés et maintenus aux endroits correspondant aux emplacements désirés des canaux du

corps ;

b) coulée dans le coffrage ou moule de la matière réfractaire additionnée d'eau de mise en oeuvre avec application de moyens de compactage de la composition coulée ;

5 c) séchage du corps moulé, puis étuvage de ce corps à une température suffisante pour provoquer l'élimination des inserts, caractérisé en ce que lesdits inserts sont constitués de tubes et/ou profilés creux en matière plastique rigide et en ce qu'on fait passer à travers lesdits
10 tubes et/ou profilés creux un gaz à une température suffisamment élevée pour provoquer l'élimination desdits tubes et/ou profilés en matière plastique noyés au sein du corps séché ;

15 d) éventuellement céramisation du corps par chauffage à une température élevée appropriée.

Pour maintenir les inserts en place, on peut fixer les extrémités de ces inserts saillant du coffrage ou moule à travers des ouvertures de forme correspondante prévues dans les parois dudit coffrage ou moule, et/ou les maintenir en place par un ensemble de tamis notamment en fils
20 d'acier inoxydable reliés au coffrage et ayant une maille correspondant au diamètre du tube. Dans ce dernier cas, les divers tamis en fils d'acier utilisés demeurent dans la masse du réfractaire.

25 De préférence, on utilise des tubes ou des profilés en chlorure de polyvinyle (en abrégé P.V.C.). De tels tubes ou profilés, ainsi que des manchons et coudes permettant de réaliser toutes courbures désirées, sont aisément disponibles dans le commerce. Après l'étuvage, de tels tubes ou profilés laissent une empreinte parfaitement lisse.
30

Comme moyens de compactage de la composition coulée, on peut utiliser des vibrations. Ceci peut être obtenu, par

exemple, en envoyant de l'air comprimé à basse fréquence dans quelques tubes ou profilés convenablement choisis ou en utilisant une table vibrante ou des vibrateurs appropriés du type vibrateurs pneumatiques ou électriques
5 ou aiguille vibrante.

Une fois la céramisation réalisée et le corps refroidi, on peut calorifuger ce dernier et le protéger éventuellement par une enveloppe.

Les échangeurs de l'invention présentent de nombreux
10 avantages par rapport aux dispositifs conventionnels, tels qu'une grande résistance aux agents chimiques agressifs, tels que le chlore, l'anhydride sulfurique, les acides forts, les bases fortes, les silicates et oxydes de métaux, etc. Leur dureté élevée leur confère, en outre,
15 une résistance excellente à l'érosion par des gaz circulant à grande vitesse et chargés de cendres abrasives. Cette dureté élevée permet de faire circuler les fluides à des vitesses importantes, au moins deux fois supérieures à celles admissibles dans des échangeurs à
20 tubes d'acier conventionnels, ce qui assure un bon coefficient d'échange thermique entre les fluides et les parois du corps et compense avantageusement la plus faible conductibilité thermique de la matière céramique par rapport au métal, si bien que les surfaces d'échange à prévoir
25 pour une même puissance calorifique d'échange sont égales ou inférieures.

Il faut noter également que la possibilité de fonctionner avec des fluides circulant à grande vitesse favorise l'auto-nettoyage des canaux, ce qui évite l'emploi d'une
30 installation coûteuse de ramonage.

La haute réfractarité de la matière réfractaire et l'inertie thermique importante du corps permettent l'utilisa-

tion des échangeurs de l'invention à des températures de gaz pouvant atteindre 1500°C en régime variable sans risque de fissuration sous l'action des contraintes thermomécaniques.

- 5 Enfin, le coût de fabrication d'un échangeur selon l'invention est beaucoup plus réduit (jusqu'à 4 fois) que celui d'un échangeur classique, principalement à cause de sa simplicité de fabrication qui nécessite un nombre réduit d'heures de main-d'oeuvre.
- 10 Si désiré, l'échangeur peut être fabriqué sur le site même d'utilisation. Egalement, il est possible de faire varier la composition de la matière réfractaire au cours de l'opération de coulée afin que le corps présente des zones de compositions différentes adaptées au mieux aux con-
- 15 ditions de travail auxquelles elles seront exposées en service.

La description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés, fera bien comprendre l'invention.

- 20 La figure 1 est une vue schématique en perspective illustrant la fabrication d'un corps d'échangeur de chaleur selon l'invention. La figure 2 est une vue en plan d'un corps d'échangeur de chaleur et la figure
- 25 3 est une vue en coupe selon la ligne III-III de la figure 2. La figure 4 est une vue en coupe longitudinale axiale d'un échangeur de chaleur selon l'invention destiné à être utilisé avec un incinérateur de déchets industriels.

Cet exemple illustre la réalisation d'un corps d'échangeur monolithique à fluides séparés selon l'invention de dimensions 1 m x 1 m x 1 m.

5 Dans un moule 1 démontable en bois de dimensions internes L = 1 mètre, l = 1 mètre et H = 1,20 m (figure 1), on dispose, d'une part, un réseau de 36 tubes rectilignes 2 en FVC de 6 cm de diamètre destinés à être parcourus, par exemple, par des fumées chaudes. Ces tubes sont maintenus en place par la plaque perforée 3 située
10 au-dessus du moule et la plaque perforée 4 formant le fond du moule. D'autre part, on dispose un réseau de 49 tubes 5 coudés à 90° en PVC de 2,5 cm de diamètre destinés, par exemple, à être parcourus par de l'air à réchauffer. Les tubes 5 sont tenus en place par la plaque perforée 3 et par la plaque latérale perforée 6. Pour des
15 raisons de simplicité de représentation, on n'a représenté sur la figure 1 que 8 tubes 2 et 4 tubes 5.

La partie supérieure du moule est évasée et on y a ménagé deux passages 7 par où on coulera la matière réfractaire dans le moule.
20

L'ensemble moule-réseaux de tubes en FVC est posé sur une table vibrante (non représentée) et on coule dans le moule par les passages 7, tout en faisant vibrer la table, la composition réfractaire du type décrit dans le
25 brevet européen 0 021 936 et vendue dans le commerce sous la marque déposée ERSOL^(R) par la Demanderesse. Cette matière réfractaire comprend en poids, 91 parties de grains fondus et coulés d'un matériau réfractaire composé de 50,6 % d'Al₂O₃, 32,5 % de ZrO₂, 15,7 % de
30 SiO₂, 1,1 % de Na₂O, 0,1 % de Fe₂O₃, et 0,1 % de TiO₂ (produit n° 1 du tableau 1 du brevet européen 0 021 936 susmentionné).

On arrête la coulée lorsque le niveau de matière arrive quelques centimètres au-dessus du niveau désiré (1 mètre dans l'exemple) et on continue à faire vibrer jusqu'à densification du produit. On démoule après prise. On soumet
5 ensuite le corps à un traitement thermique comprenant une étape de séchage à une température dans la gamme de 100-150°C, une étape d'étuvage servant à éliminer les tubes en PVC (en général par chauffage progressif jusqu'à 400°C environ) et enfin une étape de céramisation à haute température
10 (en général dans la gamme de 800-1200°C environ). Finalement, on laisse refroidir à la température ambiante.

On répète la même opération de moulage avec une matière réfractaire similaire si ce n'est qu'on y incorpore 1,5
15 partie en poids de fibres en acier inoxydable de marque déposée DRAMIX ZP, qualité 30/40 vendues par la société belge BEKAERT. Ces fibres se présentent sous forme d'agrafes en U d'un diamètre de 0,3 mm et d'une longueur de 40 mm. Elles existent en acier AISI 302 pour les applications à des températures ne dépassant pas 1000°C ou en acier AISI
20 314 pour les applications à des températures supérieures à 1000°C. Egalement, on utilise 4,7 parties d'eau au lieu de 4,5 parties.

Après la cuisson à 1000°C environ, les corps obtenus, avec ou sans présence de fibres d'acier, sont compacts.

25 Exemple 2

Cet exemple illustre la réalisation d'un corps d'échangeur de chaleur à courants croisés.

Par un procédé analogue à celui de l'exemple 1 sans fibres en acier, si ce n'est qu'on utilise un moule en bois de dimensions
30 intérieures de 1 x 1 x 0,09 mètre dans lequel on positionne deux tubes-serpentins en PVC, d'un diamètre extérieur de 3 cm, on obtient le corps d'échangeur représen-

5 té sur les figures 2 et 3. Ce corps 10 de forme relativement plate, carrée, comporte deux canaux 11 et 12 situés dans des plans moyens parallèles et présentant des directions croisées. Les extrémités des canaux débouchent chacune sur une face latérale différente du corps.

Exemple 3

10 Cet exemple décrit la réalisation sur le site d'utilisation d'un échangeur de chaleur, selon l'invention, pour incinérateur de déchets industriels, dans lequel il s'agit de récupérer environ 1.000.000 Kcal/heure en réchauffant de l'air entrant à 28°C environ jusqu'à environ 650°C au moyen de fumées chaudes arrivant à 950°C environ et sortant à 250°C environ.

15 Comme le montre la figure 4, le corps 21 de l'échangeur comprend 360 canaux 22 destinés à être parcourus par les fumées et 360 canaux 23 destinés à être parcourus par l'air, tous d'un diamètre de 2,5 cm. Les canaux 22 sont rectilignes et s'étendent de la base au sommet du corps, tandis que les canaux 23 sont coudés à 90°, dans des sens opposés, à cha-
20 cune de leurs extrémités de façon à s'étendre parallèlement aux canaux 22 sur la majeure partie de leur longueur mais à déboucher sur le pourtour du corps, en 24 et 25 comme l'illustre la figure 4. La surface d'échange est d'environ 198 m².

25 Le corps qui présente un diamètre de 1,1 m et une hauteur de 7 mètres est moulé en l'espace de quelques heures sur le site par coulée d'environ 15 tonnes de la matière décrite à l'exemple 1 (avec fibres) dans un coffrage de forme appropriée. Après décoffrage, on applique sur le corps une
30 couche 26 de béton cellulaire isolant d'une épaisseur d'environ 100 mm, une enveloppe métallique 27 en tôle d'acier de 10 mm d'épaisseur, et enfin un matelas 28 de laine de

roches d'une épaisseur de 20 mm. Des brides métalliques, telles que 29, sont prévues autour des zones où débouchent les canaux afin de faciliter le raccordement des arrivées et sorties de fluides. On peut évidemment n'utiliser qu'une
5 seule couche d'isolant, soit sous forme de béton, soit sous forme de fibres.

Pour réaliser cet appareil, on a utilisé la solution qui consiste à positionner les réseaux de tubes 22 et 23 dans les mailles d'un ensemble de tamis en acier inoxydable
10 d'ouverture approximative 25 mm (tamis de maille "1 pouce") fixés à un cadre.

La coulée du mélange réfractaire s'effectue par sections de 850 mm de hauteur à l'aide de goulottes amovibles qui facilitent l'opération. Le coffrage constitué de deux coquilles
15 hémicylindriques est mis en place section après section en le glissant à l'intérieur du cadre support.

Du fait de la taille de la pièce, on combine l'effet de vibrateurs extérieurs au coffrage à l'effet de vibrateurs agissant dans la masse du réfractaire.

20 Le traitement thermique d'élimination des tubes de PVC et de céramisation est effectué, comme dans l'exemple 3, à l'aide des fumées chaudes disponibles sur le site ou de brûleurs.

A titre indicatif, la main-d'oeuvre nécessaire pour mettre
25 en place sur le chantier le coffrage et le positionnement des tubes est de l'ordre de 60 heures.

Pour des vitesses de gaz de 15 Nm/seconde, le coefficient d'échange thermique est de $45 \text{ Kcal/h.m}^2.^{\circ}\text{C}$.

A titre comparatif, la solution équivalente en tubes d'acier

pèse 20 tonnes et consiste en un échangeur comportant 121 tubes d'un diamètre de 8 cm et a une surface d'échange de 214 m^2 . Son coefficient d'échange est de $20 \text{ Kcal/h.m}^2.\text{°C}$ pour des vitesses de gaz de 2 Nm/s. De plus, les pertes de charge de fluide à réchauffer sont deux fois plus importantes. Un tel échangeur nécessite environ 400 heures de soudure et de montage.

L'invention s'applique donc de façon universelle à tous les types d'échangeurs basse et haute température et permet de résoudre à la fois les problèmes d'étanchéité entre les canaux, de réfractarité, de bon échange thermique, de résistance à l'érosion et à la corrosion par les divers fluides agressifs ou chargés d'agents agressifs.

Exemple 4

Cet exemple décrit la production sur le site d'utilisation d'un échangeur de chaleur fonctionnant à haute température pour four poussant de sidérurgie, dans lequel il s'agit de réchauffer de l'air entrant à environ 27°C jusqu'à 670°C environ au moyen de fumées chaudes arrivant à 800°C environ et sortant à environ 400°C .

On coule sur le site une matière réfractaire telle que celle de l'exemple 1 (avec fibres d'acier) dans un coffrage de $1,3 \times 1,3 \times 10 \text{ m}$ garni d'un réseau de 625 tubes (25×25) d'un diamètre extérieur de 5 cm afin d'obtenir une surface d'échange de l'ordre de 1000 m^2 . 313 de ces tubes sont rectilignes et sont destinés à former les canaux à fumées, tandis que les 312 autres tubes, destinés à former les canaux à air, sont coudés à 90° , dans des sens opposés, à chacune de leurs extrémités de façon à s'étendre parallèlement aux 313 premiers tubes sur la majeure partie de leur longueur, mais à déboucher sur le pourtour du corps, de façon similaire à ce qui a été décrit dans l'exemple 3 avec référence à la figure 4. Pendant la coulée, on vibre soit

en injectant de l'air comprimé dans les tubes, soit en ayant recours à des vibrateurs comme cela se pratique couramment sur les chantiers de bétonnage. On démoule au bout de 24 heures et on laisse vieillir le corps moulé pendant 8 jours.

- 5 Ensuite, on isole thermiquement le corps d'échangeur à l'aide d'une couche de béton isolant ou d'un matelas de fibres isolantes et on met en place une enveloppe métallique maintenant le tout. On soumet alors le corps isolé à un traitement thermique semblable à celui décrit à l'exemple 1 en se
- 10 servant des fumées chaudes disponibles dans l'usine que l'on fait passer dans une partie ou la totalité des canaux du corps, selon le besoin.

REVENDEICATIONS DE BREVET

1. Echangeur de chaleur, à fluides séparés, comportant un corps comprenant au moins un canal pour le fluide à réchauffer et au moins un canal pour le fluide à refroidir en relation mutuelle d'échange de chaleur, 5 caractérisé en ce que :

le corps est moulé par coulée d'une matière réfractaire faisant prise à la température ambiante et présentant un retrait inférieur à 0,5 %, 10

au moins l'un desdits canaux présente au moins un coude, et

le corps est complètement monolithique.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière réfractaire contient des 15 grains d'oxydes de métaux fondus et coulés appartenant à l'un des systèmes suivants : ZrO_2-SiO_2 , $ZrO_2-SiO_2-Al_2O_3$ et $ZrO_2-SiO_2-Al_2O_3-CrO_3$.

3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la matière réfractaire a la composition suivante, en % en poids : 20

(i) 55-99 % de particules d'un matériau réfractaire fondu et coulé contenant une phase vitreuse à base de zircone-silice, de zircone-silice-alumine ou de zircone-silice-alumine-oxyde de chrome, ces particules ayant la 25 distribution granulométrique suivante : 15-45 % de grains d'une grosseur de 2 à 5 mm, 20-40 % de grainette d'une grosseur de 0,5 à 2 mm, 15-30 % de farine d'une grosseur de 40 micromètres à 0,5 mm et 0-40 % de fines d'une grosseur inférieure à 40 micromètres;

30 (ii) 1 à 5 % d'un ciment hydraulique; et

(iii) 1-15 % d'une charge constituée de particules d'une

grosseur de 0,01 à 5 micromètres, sensiblement sphériques, d'un oxyde de métal, la surface spécifique de ces particules étant supérieure à $5 \text{ m}^2/\text{g}$; la proportion de chacun des constituants (i), (ii) et (iii), étant donnée par rapport 5 à leur total.

4. Echangeur de chaleur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le constituant (ii) est un ciment superalumineux et le constituant (iii) est de la silice vitreuse.

10 5. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit canal pour le fluide à réchauffer et ledit canal pour le fluide à refroidir débouchent sur des faces différentes du corps.

15 6. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que des fibres renforçantes sont incorporées à la matière réfractaire.

7. Echangeur de chaleur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les fibres renforçantes sont des fibres d'acier inoxydable présentes à raison de 0,5 à 3 % en poids par rapport à la matière réfractaire.

20 8. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il présente une masse supérieure à 500 kilogrammes.

9. Un procédé de fabrication d'un échangeur selon la revendication 1, qui comprend les étapes suivantes :

25 a) disposition dans un coffrage ou moule ayant la forme désirée pour le corps de l'échangeur, d'une pluralité d'inserts positionnés et maintenus aux endroits correspondant aux emplacements désirés des canaux du corps;

b) coulée dans le coffrage ou moule de la matière réfractaire.

re additionnée d'eau de mise en oeuvre avec application de moyens de compactage de la composition coulée;

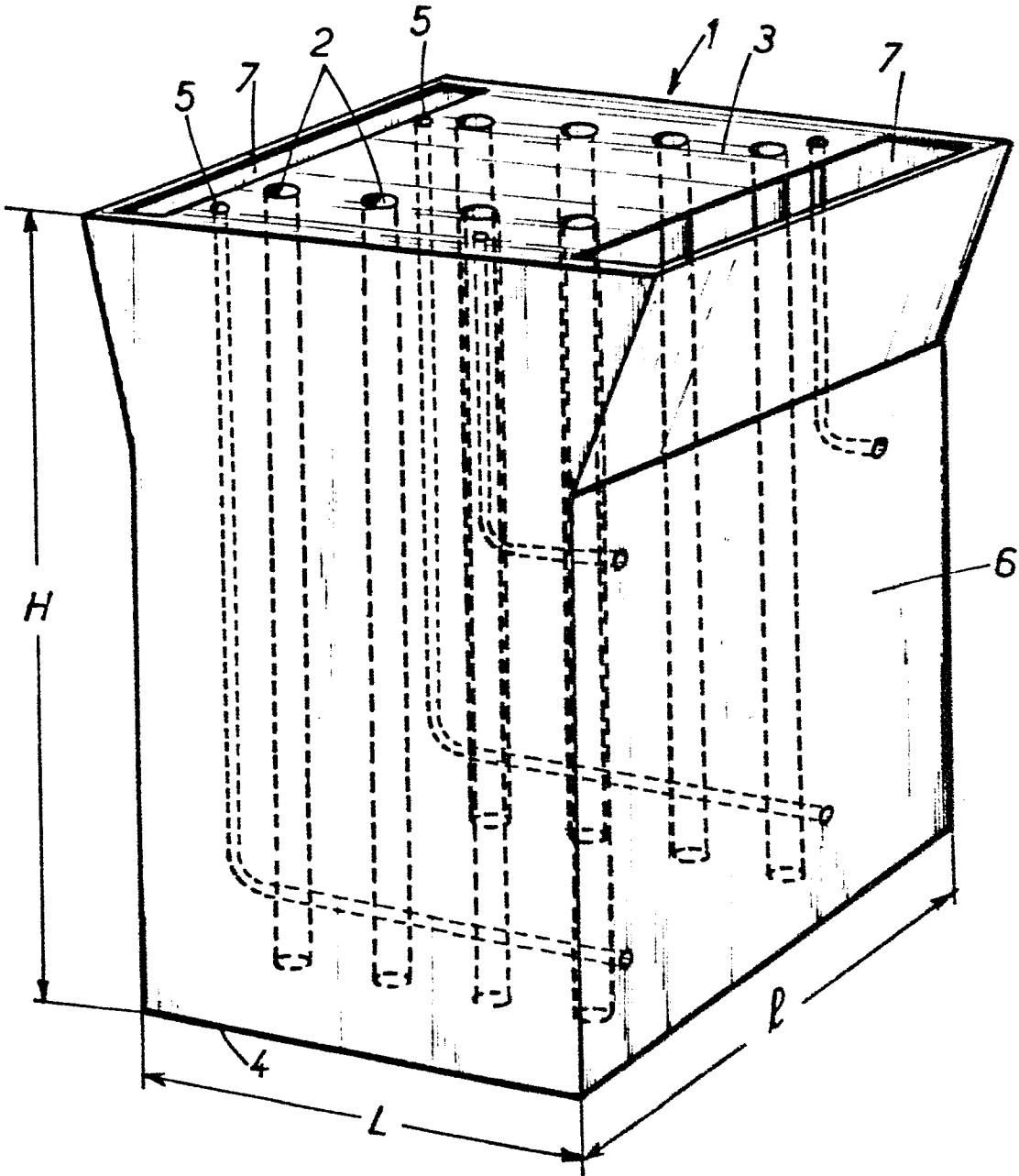
5 c) séchage du corps moulé, puis étuvage de ce corps à une température suffisante pour provoquer l'élimination des inserts, caractérisé en ce que lesdits inserts sont constitués de tubes et/ou profilés creux en matière plastique rigide et en ce qu'on fait passer à travers lesdits tubes et/ou profilés creux un gaz à une température suffisamment élevée pour provoquer l'élimination desdits tubes et/ou profilés
10 en matière plastique noyés au sein du corps séché.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le corps moulé est céramisé par chauffage à une température élevée appropriée.

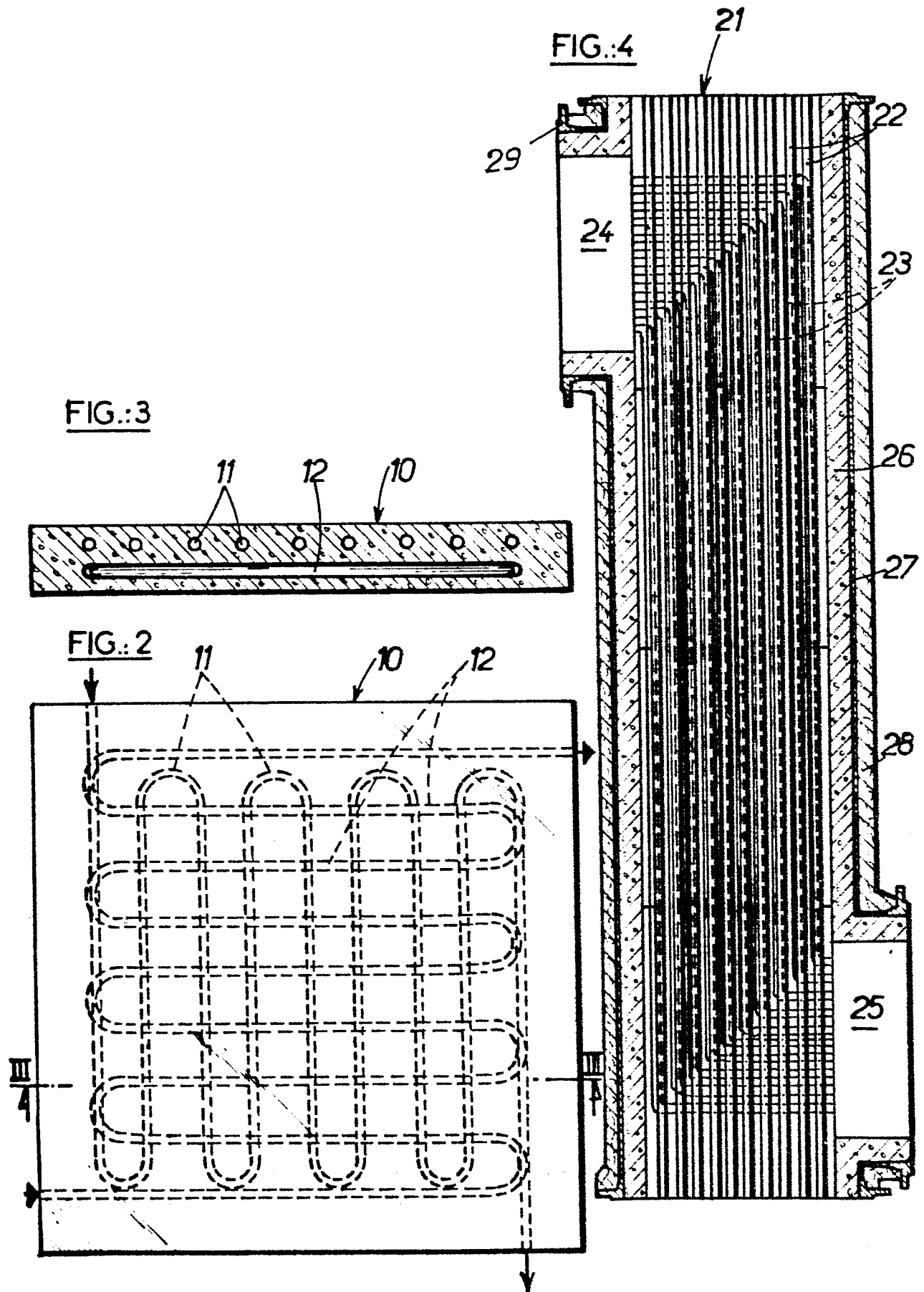
11. Un procédé selon la revendication 9 ou 10, caractérisé
15 en ce que les tubes ou profilés sont en chlorure de polyvinyle.

1 - 2

FIG.:1



2_2





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	US-A-4 156 625 (WACHENDORFER) * En entier *	1-5, 9, 10	F 28 F 7/02 F 28 F 21/04
A	EP-A-0 021 936 (PRODUITS REFRACTAIRES) * Revendications 1-10 *	1-4	
A	GB-A- 766 668 (U.K.A.E.A.) * En entier *	1, 2, 5, 9, 10, 11	
A	FR-A-2 118 014 (I.C.I. LTD) * Pages 6-9; figures 3, 5, 7 *	1, 2, 3, 5, 6, 8	
A	DE-A-2 458 140 (RUPP)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
A	FR-A-2 429 763 (PRODUITS REFRACTAIRES)		F 28 F C 04 B
A	FR-A-2 449 662 (ISOLITE)		
Le present rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-08-1984	Examineur SCHOUFOUR F.L.
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	