



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numéro de publication:

0 082 092
A1

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 82420166.9

Int. Cl.³: H 05 B 3/82, F 24 H 1/10

Date de dépôt: 26.11.82

Priorité: 16.12.81 FR 8123790

Demandeur: RHONE-POULENC SPECIALITES
CHIMIQUES, "Les Miroirs" 18, Avenue d'Alsace,
F-92400 Courbevoie (FR)

Date de publication de la demande: 22.06.83
Bulletin 83/25

Inventeur: Giolito, François, 30, cours Albert Thomas,
F-69008 Lyon (FR)
Inventeur: Vachet, François, 9, rue Edison,
F-69150 Decines (FR)

Etats contractants désignés: AT BE CH DE FR GB IT LI
NL SE

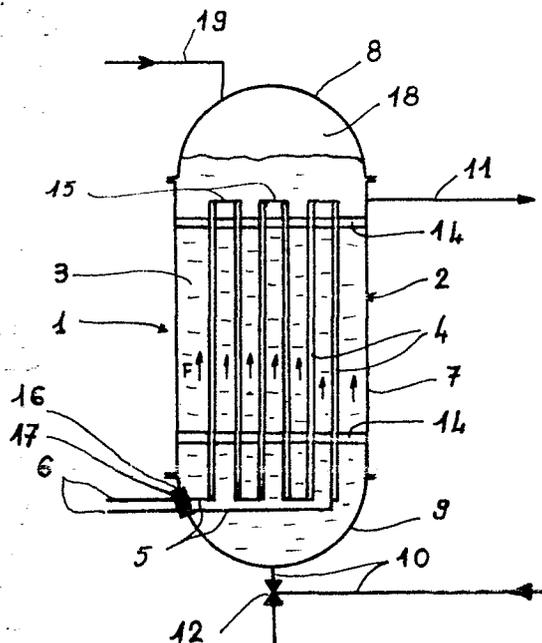
Mandataire: Bouvy, Aline et al, Rhône-Poulenc
Recherches Centre de Recherches de Saint-Fons
B.P. 62, F-69190 Saint-Fons (FR)

Procédé et appareil de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique et emploi dudit appareil pour le chauffage notamment de fluide caloporteur.

L'invention concerne un procédé et un appareil de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique à l'aide d'énergie électrique.

L'appareil (1) comporte une enceinte (2) contenant le produit (3) dans lequel est immergée directement au moins une résistance (4) et des moyens (5) pour relier la ou lesdites résistances à un réseau (6) de distribution électrique.

Le procédé et l'appareil sont notamment utilisés pour le chauffage de fluides caloporteurs.



EP 0 082 092 A1

PROCEDE ET APPAREIL DE CHAUFFAGE D'UN PRODUIT DIELECTRIQUE OU
PRATIQUEMENT DIELECTRIQUE ET EMPLOI DUDIT APPAREIL POUR LE
CHAUFFAGE NOTAMMENT DE FLUIDE CALOPORTEUR

05 La présente invention concerne un procédé de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique à l'aide d'énergie électrique. Elle concerne également un appareil de chauffage mettant en oeuvre ledit procédé, et l'emploi d'un tel appareil.

Dans le présent texte le terme "produit" désignera au sens chimique du terme aussi bien un produit chimique unique qu'un mélange de deux ou plusieurs produits chimiques.

Le "produit" tel que défini ci-avant peut se présenter avant chauffage aussi bien à l'état liquide qu'à l'état solide, un produit se présentant à l'état solide pouvant passer à l'état liquide sous l'effet d'un apport de chaleur.

Le "produit" peut bien sûr être constitué d'une seule phase ou de plusieurs phases, il peut par exemple se présenter sous forme d'un mélange gaz/solide, liquide/liquide ou encore solide/liquide.

Le procédé et l'appareil, objets de la présente invention, sont plus particulièrement destinés au chauffage de fluides caloporteurs.

Les techniques de chauffage de produits à l'aide d'énergie électrique au moyen de l'effet Joule, actuellement utilisées industriellement, sont identiques que le produit à chauffer soit diélectrique ou conducteur. Ainsi par exemple, les liquides sont habituellement, chauffés au moyen de dispositif de chauffage comportant au moins une résistance électrique située dans une gaine métallique, un moyen d'isolation électrique tel que air, magnésie, nitrure de bore, ... étant prévu entre la résistance et la surface intérieure de la gaine, le dispositif étant immergé au sein du liquide à chauffer.

Le plus souvent, afin de pouvoir disposer d'une puissance suffisante, le dispositif de chauffage comporte un faisceau de résistances gainées en forme de U fixées par leurs bras libres à une plaque à travers laquelle les connexions électriques de chaque résistance en U sont assurées. La plaque permet également la fixation du dispositif de chauffage à une bride entourant une ouverture de l'enceinte contenant

le liquide à chauffer, cette ouverture permet aussi d'introduire le faisceau à l'intérieur de l'enceinte.

Bien que ce mode de chauffage donne satisfaction, il présente de nombreux inconvénients.

05 En effet, comme des moyens d'isolation électrique sont nécessairement placés entre la résistance et la gaine métallique, ces moyens étant aussi, généralement, des isolants thermiques, il apparaît une différence de température importante entre la résistance elle-même et la surface de la gaine participant aux échanges thermiques avec le
10 liquide à chauffer.

De plus, la géométrie du faisceau de résistances est cause de pertes de charges importantes, de zones de stagnation du liquide donc de surchauffes et de risques de dégradations de celui-ci. En outre, cette géométrie favorise aussi l'encrassement du faisceau.

15 De par leur conception, les faisceaux sont lourds et encombrants et de plus, chaque résistance en U implique d'être connectée électriquement à chacune de ses extrémités. Ceci est un inconvénient important de ce mode de chauffage, car on ne dispose pratiquement pas sur le marché de faisceaux d'une puissance unitaire disponible supérieure à
20 200 kW, ce qui implique de pourvoir l'enceinte contenant le liquide à chauffer d'un grand nombre de faisceaux pour disposer de la puissance nécessaire. Ainsi, lorsque des volumes ou des débits importants de liquide sont à chauffer, à des températures de l'ordre de 300 °C par exemple, dans des installations de produits chimiques, ce mode de
25 chauffage implique un matériel encombrant et coûteux.

Pour pallier ces inconvénients pour le chauffage de produits diélectriques ou pratiquement diélectriques à l'aide d'énergie électrique on a maintenant mis au point un procédé de chauffage et réalisé un appareil mettant en oeuvre ledit procédé.

30 Il a maintenant été trouvé, un procédé de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique à l'aide d'énergie électrique, caractérisé en ce qu'on immerge directement au moins une résistance dans ledit produit et on applique une différence de potentiel aux bornes de la ou desdites résistances.

35 Par "produit pratiquement diélectrique" on entend, dans le

présent texte, un produit dont la résistivité est supérieure à $10^8 \Omega/\text{cm}$ à la température d'utilisation.

Par "directement" on entend que la résistance est nue, c'est-à-dire qu'entre la résistance et le produit il n'existe pas de
05 moyens substantiels d'isolation électrique, ceci n'exclut pas, que dans certains cas, et pour certaines applications, la résistance comporte un mince revêtement.

Le procédé, objet de l'invention, est tel que l'on peut appliquer aux bornes de la ou des résistances une différence de potentiel
10 supérieure à 380 V.

On peut notamment appliquer aux bornes de la résistance des différences de potentiel allant jusqu'à 10 000 V, des différences de potentiel de l'ordre de 5 500 V étant couramment disponibles en usine. Bien sûr, dans ce cas, lors de la mise en oeuvre du procédé, l'homme de
15 l'art se conformera aux règles en vigueur et aux spécifications particulières de conception et d'utilisation des installations haute tension.

Dans le présent texte par "résistance" on entend un conducteur dans lequel toute l'énergie électrique reçue est transformée en chaleur
20 par effet Joule.

Il a également été trouvé un appareil de chauffage de produit diélectrique ou pratiquement diélectrique qui met en oeuvre le procédé de chauffage, objet de l'invention.

Un tel appareil de chauffage est caractérisé en ce qu'il
25 comporte une enceinte contenant ledit produit dans lequel est immergée au moins une résistance et des moyens pour relier la ou lesdites résistances à un réseau de distribution électrique.

L'appareil, selon l'invention, comporte, bien sûr, dans la paroi de l'enceinte des ouvertures permettant le passage des moyens pour
30 relier la ou les résistances à un réseau de distribution électrique. L'homme de l'art établira les connexions entre les résistances et le réseau par les techniques habituelles en prévoyant les moyens d'isolation électrique nécessaires.

Avantageusement, l'appareil de chauffage, objet de l'invention,
35 comporte plusieurs résistances reliées électriquement en série et/ou en

parallèle.

Selon un mode de réalisation, l'appareil, selon l'invention, peut comporter au moins trois résistances reliées électriquement en triangle ou en étoile. Ce mode de réalisation permet de relier les
05 résistances à un réseau de distribution électrique triphasé.

Le terme "résistance" dans le présent texte désigne aussi bien une résistance unique qu'une résistance formée de plusieurs résistances élémentaires, identiques ou non, reliées en série et/ou en parallèle.

L'homme de l'art déterminera le schéma électrique de liaison
10 des résistances, selon la puissance de chauffage nécessaire, le matériel disponible, les impératifs de construction

L'appareil de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique, objet de l'invention, peut être tel que l'enceinte contenant le produit est balayée par le produit à chauffer.

15 L'enceinte de l'appareil peut être un tronçon de conduite balayé par le produit à chauffer. Un tel appareil est plus particulièrement destiné à maintenir la température d'un produit en mouvement par compensation des pertes thermiques survenues par exemple lors du transport du produit chaud sur de longues distances.

20 L'enceinte, balayée par le produit à chauffer, d'un tel appareil peut aussi être par exemple la zone de réaction d'un réacteur chimique, la chaleur nécessaire à la réaction étant directement apportée au mélange réactionnel par une ou plusieurs résistances immergées dans celui-ci. Ainsi l'enceinte balayée par le produit peut être la zone de
25 réaction d'un réacteur à lit fluidisé, les résistances étant immergées directement dans le mélange gaz/solide.

Par "enceinte balayée par le produit" on entend ci-avant que le débit du produit par courant l'enceinte est relativement important par rapport au volume de produit présent dans l'enceinte.

30 Au contraire, si après quand l'enceinte est un "récipient comportant des moyens d'entrée et des moyens de sortie" on entend que celle-ci contient un certain volume de produit et que le débit de produit parcourant l'enceinte est faible vis-à-vis du produit présent dans celle-ci.

35 Selon un autre mode de réalisation, l'enceinte d'un appareil de



chauffage selon l'invention peut être constituée par un récipient comportant des moyens d'entrée du produit à chauffer et des moyens de sortie du produit chaud. Un tel appareil peut comporter un récipient d'un volume suffisant pour constituer un stockage de produit chaud.

05 Les chaudières sont des appareils de chauffage selon ce mode de réalisation. De tels appareils de chauffage sont plus particulièrement destinés au chauffage de fluides caloporteurs organiques, naturels ou synthétiques, utilisés dans les installations industrielles. On peut aussi utiliser comme fluide caloporteur des produits ou des mélanges de
10 produits minéraux fondus pratiquement diélectriques.

Selon un autre mode de réalisation, l'enceinte peut être constituée par un récipient fermé qui comporte des moyens de remplissage et de vidange du produit au moins une résistance étant immergée dans le produit. Un tel appareil permet de recevoir de la chaleur, de la stocker
15 et de la restituer.

Selon encore un autre mode de réalisation, l'enceinte d'un appareil de chauffage objet de l'invention peut être constituée par un récipient comportant des moyens d'entrée du produit à chauffer et des moyens de sortie de la vapeur dudit produit. De préférence un appareil
20 selon ce mode de réalisation est destiné à chauffer un liquide, le liquide étant chauffé jusqu'à son point d'ébullition dans le récipient.

Les bouilleurs sont des appareils de chauffage selon cet autre mode de réalisation.

L'appareil de chauffage objet de l'invention peut comporter des
25 résistances formées par exemple d'un fil métallique enroulé en hélice et non supporté par un mandrin.

De préférence l'appareil selon l'invention est tel que la ou lesdites résistances sont sensiblement en forme de plaque.

Avantageusement la ou les résistances sont placées de façon
30 telle que les vecteurs vitesses du mouvement général du produit, en écoulement naturel ou forcé, au voisinage de la ou des résistances, soient tangents ou parallèles aux faces desdites plaques.

Le mouvement général du produit est le mouvement du produit correspondant au déplacement de celui-ci, sans tenir compte de mouvements
35 locaux, tels que les tourbillons, au voisinage des faces des plaques.

Cette disposition a pour but de diminuer autant que possible les pertes de charges dues aux résistances et ainsi de favoriser les échanges thermiques avec le produit en conservant des vitesses de balayage des faces des résistances par le produit, élevées.

05 Bien que le terme "plaque" désigne plus précisément une feuille d'une matière rigide, plane et peu épaisse, on étendra dans le présent texte la signification de ce terme à des feuilles peu épaisses non planes, par exemple cylindriques ou gauches.

Des résistances en forme de plaques gauches seront placées de
10 façon telle que les vecteurs vitesses du mouvement général du produit, en écoulement naturel ou forcé, au voisinage des résistances, soient tangents aux faces desdites plaques.

Des résistances en forme de plaque planes seront placées de
15 façon telle que les vecteurs vitesses du mouvement général du produit en écoulement naturel ou forcé, au voisinage desdites surfaces, soient parallèles aux faces des plaques.

Dans des appareils de chauffage selon l'invention, présentant un écoulement naturel ou forcé du produit, de direction générale parallèle à une direction donnée, on peut utiliser des résistances en
20 forme de plaque sensiblement plane placées parallèlement à la direction générale du mouvement du produit.

Des résistances en forme de plaque plane rectangulaire allongée peuvent être pliées, par exemple en zigzag, selon leur longueur et placées de façon telle que leur largeur soit parallèle à la direction
25 générale du mouvement du produit.

On peut aussi utiliser des résistances en forme de plaque de forme générale cylindrique, le cylindre étant engendré par une génératrice se déplaçant parallèlement à la direction générale du mouvement du produit en s'appuyant sur une directrice, ouverte ou fermée,
30 de forme courbe, par exemple circulaire, ou de forme polygonale, plusieurs résistances cylindriques peuvent être placées de façon concentrique.

Les résistances peuvent être en forme de plaque de structure continue ou de structure discontinue.

35 Par "structure continue" des résistances en forme de plaque on



entend que la structure des résistances ne comporte pas de trou, ainsi des résistances de structure continue sont semblables à des tôles.

Par "structure discontinue" des résistances en forme de plaque on entend que la structure des résistances comporte des trous, ainsi des résistances de structure discontinue peuvent être constituées d'un tissu obtenu par tissage, tricotage, tressage ou torsadage. Elles peuvent aussi être constituées d'une tôle ajourée obtenue par découpage avec enlèvement de matière, par exemple par poinçonnage.

De préférence des résistances en forme de plaque de structure discontinue sont obtenues par découpage d'une pluralité de fentes dans une tôle et étirage dans une direction perpendiculaire aux fentes.

Pour les résistances de structure discontinue formées d'un tissu ou obtenues par découpage et étirage on considère que la face des plaques est la surface qui enveloppe les reliefs des plaques.

Les résistances sont réalisées en des matériaux, résistant à la corrosion. Ainsi, les résistances peuvent être en aciers inoxydables de nuances habituellement utilisées pour ce type de matériel, en aciers inoxydables réfractaires, on peut aussi utiliser des aciers spéciaux après qu'ils aient subi un traitement anticorrosion.

Les surfaces des résistances peuvent être d'aspect sensiblement lisse, de préférence elles sont d'aspect rugueux. Cet aspect rugueux peut être obtenu par exemple par sablage.

Des résistances dont les surfaces sont d'aspect rugueux sont plus particulièrement destinées à la réalisation d'appareils de chauffage objets de l'invention qui comportent des moyens d'entrée d'un liquide à chauffer et des moyens de sortie de la vapeur dudit liquide. En effet la rugosité des résistances favorise l'ébullition nucléée du liquide.

Eventuellement, les surfaces des résistances peuvent être pourvues d'un revêtement, ce revêtement peut être poreux, afin de favoriser l'ébullition nucléée, il peut aussi être un revêtement anticorrosion de faible épaisseur par exemple en émail silicone ou en thermostable.

L'appareil de chauffage de produit diélectrique ou pratiquement diélectrique, selon l'invention, est utilisable notamment pour chauffer des produits chimiques peu ou pas conducteurs de l'électricité, mis en

jeu dans des procédés industriels.

L'invention sera décrite ci-après en se référant plus particulièrement à un appareil de chauffage d'un produit liquide.

Cet appareil de chauffage est particulièrement destiné au
05 chauffage des fluides caloporteurs utilisés dans les installations
chimiques.

La compréhension de l'invention sera facilitée par les figures
ci-jointes, qui illustrent à titre d'exemple, schématiquement et sans
échelle déterminée, un mode de réalisation d'un appareil de chauffage
10 selon la présente invention et un mode de réalisation de la structure
d'une résistance.

La figure 1 est une vue en coupe par un plan axial d'un mode de
réalisation d'un appareil de chauffage selon l'invention.

La figure 2 est une vue partielle d'un mode de réalisation
15 d'une résistance de structure discontinue.

La figure 3 est une vue partielle en coupe par le plan III-III
de la résistance selon la figure 2.

L'appareil de chauffage (1), objet de l'invention, représenté
schématiquement figure 1, est plus particulièrement un appareil de
20 chauffage de fluide caloporteur utilisé dans une installation
industrielle.

Cet appareil de chauffage (1) comporte une enceinte (2)
contenant le fluide caloporteur (3), dans le fluide caloporteur (3) sont
immergées six résistances (4) et des moyens (5) pour relier les
25 résistances (4) à un réseau de distribution électrique (6).

L'enceinte (2) est, selon le présent mode de réalisation, un
récipient formé d'un corps (7) sensiblement cylindrique, fermé à ses
extrémités par un couvercle (8) et un fond (9).

L'enceinte (2) comporte à sa partie basse des moyens d'entrée
30 (10) du fluide caloporteur à chauffer et au voisinage de sa partie haute
des moyens de sortie (11) du fluide caloporteur chaud, ces moyens sont
constitués par des conduites.

La conduite d'entrée (10) est de préférence pourvue d'une vanne
trois voies (12) permettant la vidange de l'appareil de chauffage (1).

35 Les résistances (4), selon le mode de réalisation représenté

figure 1, sont en forme de plaques planes sensiblement rectangulaires, leurs faces sont placées parallèlement à la direction du mouvement général du fluide dans l'appareil de chauffage, mouvement ascendant représenté par la flèche F. Elles sont maintenues en place à l'aide de supports isolants (14) fixés au corps (7) de l'enceinte (2).

Les six résistances (4) sont reliées l'une à l'autre en série par des barrettes conductrices (15), les deux résistances extrêmes comportent les moyens (5) pour relier l'ensemble au réseau de distribution électrique (6). Les connexions entre les résistances (4) et le réseau électrique (6) traversent le fond (9) de l'enceinte (2) par une ouverture (16) pourvue de moyens d'isolation électrique (17) et d'étanchéité.

Les résistances (4) et leur mode de liaison électrique n'ont été décrits ci-avant qu'à titre d'exemple et l'on ne sort pas du cadre de l'invention en remplaçant au moins une résistance (4) par plusieurs résistances élémentaires et/ou en établissant les liaisons électriques entre elles différemment.

Avantageusement l'enceinte (2) n'est pas totalement remplie de fluide caloporteur (3), dans l'espace libre (18) entre la surface du fluide caloporteur (3) et le couvercle (8) de l'enceinte on maintient une pression d'azote, le couvercle (8) étant pourvu d'une tubulure (19) à cet effet.

Les connexions entre les résistances (4) et le réseau électrique (6) peuvent aussi être réalisées à travers une ouverture du couvercle (8), dans la zone du couvercle (8) non baignée par le fluide caloporteur.

Les conduites d'entrée (10) du fluide caloporteur à chauffer et de sortie (11) du fluide caloporteur chaud peuvent être reliées directement au circuit de mise en oeuvre du fluide chaud c'est-à-dire au circuit de chauffage de l'installation industrielle.

Les conduites d'entrée (10) du fluide caloporteur à chauffer et de sortie (11) du fluide caloporteur chaud peuvent être reliées à un échangeur de chaleur dans lequel est chauffé un autre fluide caloporteur, celui-ci étant mis en oeuvre dans le circuit de chauffage de l'installation industrielle. Une telle réalisation permet de mieux

sauvegarder la propreté, et par voie de conséquence, les propriétés diélectriques du fluide caloporteur chauffé dans l'appareil de chauffage objet de la présente invention.

Les résistances (4) peuvent être réalisées en forme de plaques
05 sensiblement planes de structure discontinue telle que représentée en vues partielles figures 2 et 3.

La résistance en forme de plaque de structure discontinue, dont un fragment est représenté figure 2, comporte des trous (19) sensiblement en forme de losange obtenus par découpage dans une tôle d'une pluralité
10 de fentes alignées selon leur longueur et placées en quinconce, puis étirage dans une direction perpendiculaire aux fentes, c'est-à-dire parallèle aux petites diagonales des losanges. Cet étirage provoque une rotation des rubans (20) séparant les losanges (cf. figure 3). Selon ce mode de réalisation des résistances on considère que les faces des
15 plaques sont les surfaces, matérialisées par les deux lignes discontinues (21, 22), qui enveloppent tous les reliefs des plaques.

Sur la figure 3 on a représenté les vecteurs vitesses V du mouvement général du fluide caloporteur en écoulement, les vecteurs vitesses V sont ici parallèles aux faces de la plaque, ce mouvement
20 général ne tient pas compte des mouvements locaux, tels que les tourbillons T , créés par les reliefs de la plaque de structure discontinue. Ces tourbillons T , favorisent le transfert de chaleur entre la résistance et le fluide caloporteur.

Le procédé et l'appareil, objets de l'invention, présentent de
25 nombreux avantages vis-à-vis des appareils selon l'art antérieur.

En effet, la ou les résistances électriques étant immergées directement dans le produit diélectrique ou pratiquement diélectrique permettent un meilleur échange thermique car, avec le procédé de chauffage selon l'invention, la surface qui participe à l'échange
30 thermique avec le produit à chauffer est la surface même par laquelle se dissipe l'effet Joule né dans la résistance. Ainsi, toute la surface de la résistance participe à l'échange avec le produit et l'écart de température entre la résistance et le produit est faible, ce qui limite les risques de dégradation thermique du produit qui est directement en
35 contact avec la résistance.

Le procédé et l'appareil de chauffage selon l'invention présentent aussi l'avantage de permettre la construction d'appareils de chauffage, notamment de chaudières, compacts. En effet, selon l'invention on peut disposer, pour des chaudières, d'une puissance électrique d'au
05 moins 1 kW par litre d'encombrement de la zone d'échange de chaudière.

La diminution du nombre et de l'encombrement des connexions électriques, par rapport aux dispositifs de chauffage comportant un faisceau de résistances électriques pourvues de gaines, favorise également la compacité des appareils de chauffage selon l'invention.

10 Un autre avantage des appareils de chauffage objets de l'invention, est que, de par la forme de plaque des résistances et de par leur positionnement de façon telle que les vecteurs vitesses du mouvement général du produit au voisinage des résistances soient tangents ou
15 parallèles aux faces des plaques, les pertes de charges du produit dans l'appareil de chauffage sont relativement faibles. Ces pertes de charges relativement faibles pour un appareil destiné à chauffer un produit liquide permettent souvent un fonctionnement en thermosiphon de
l'appareil ou à défaut une circulation assistée du liquide, sans
nécessiter l'utilisation de moyens de pompages puissants. De plus,
20 lorsqu'un tel appareil de chauffage est utilisé comme bouilleur, il permet une section libre de passage des bulles importante, contrairement aux bouilleurs selon l'art antérieur.

En outre, les appareils de chauffage selon l'invention sont de constructions et d'entretien aisés, les problèmes d'étanchéité au niveau
25 des gaines des résistances étant très limités.

Les avantages du procédé et de l'appareil de chauffage selon l'invention sont particulièrement intéressants à utiliser pour le chauffage de liquides diélectriques tels que les fluides caloporteurs.

Les exemples ci-après mettent en évidence les avantages du
30 procédé et de l'appareil de chauffage mettant en oeuvre le procédé, objets de la présente invention, lors de diverses utilisations de l'appareil.

Exemple I :

35 Un a réalisé une chaudière sensiblement parallélépipédique.



Elle est constituée d'un récipient surmonté d'un échangeur à air. Le récipient est en tôle partiellement calorifugé pour assurer, compte-tenu du système de régulation, un fonctionnement quasi permanent du chauffage. Elle comporte trois résistances, reliées en série, en forme de plaque
05 rectangulaire allongée, pliée en zigzag selon leur longueur, et situées à des niveaux différents parallèlement au fond de la chaudière.

Les résistances sont des plaques de structure discontinue telles que représentées figure 2, elles dissipent une puissance de 2 kW.

La chaudière est équipée de sondes de mesures de températures
10 placées au-dessus et au-dessous des résistances.

La chaudière, contient 30 litres de fluide caloporteur constitué de polyphényles partiellement hydrogénés, commercialisé sous le nom de GILOTERM TH par la Société RHONE-POULENC SPECIALITES CHIMIQUES.

Les essais ont été conduits par chauffage du GILOTERM TH
15 successivement : 1 000 heures à 300 °C
500 heures à 340 °C
650 heures à 350 °C.

A 300 °C la chaudière fonctionnait en thermosiphon, en convection naturelle.

20 A 350 °C on a noté la formation progressive de produits légers et la convection est devenue plus énergique : la chaudière fonctionnait en bouilleur thermosiphon. Le coefficient d'échange moyen était de $700 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ et l'écart de température entre la surface de la résistance et le GILOTERM TH en ébullition de l'ordre de 24 °C.

25 Entre chaque séquence d'essais, les résistances ont été sorties et observées : elles ne présentent aucune trace d'encrassement.

Les analyses et les mesures des propriétés du fluide caloporteur mis en oeuvre dans la chaudière montrent que celui-ci n'a subi aucune dégradation.

30

Exemple II :

Dans la même chaudière, en utilisant une résistance de 2 kW dissipant 40 kW/m^2 , on a chauffé pendant 288 heures à 255 °C, un fluide caloporteur constitué de 26,5 % en poids de diphényle et 73,5 % en poids
35 d'oxyde de phényle, commercialisé sous le nom de GILOTERM DO par la

Société RHONE-POULENC SPECIALITES CHIMIQUES. Le coefficient d'échange était de $2\ 000\ \text{kw/m}^2\ ^\circ\text{C}$, l'écart de température entre la résistance et le fluide en ébullition était de $20\ ^\circ\text{C}$.

Après cet essai la résistance a été démontée et examinée, aucune trace d'encrassement n'a été observée.

Exemple III :

On a réalisé une chaudière parallélépipédique possédant une résistance susceptible de dissiper 250 W. On a introduit dans le récipient de la chaudière un mélange de terphényles constitué de 12 % d'orthoterphényle, 60 % de métaterphényle, 28 % de paraterphényle, ayant un point de fusion finale de $150\ ^\circ\text{C}$, commercialisé sous le nom de terphényles OMP par la Société RHONE-POULENC SPECIALITES CHIMIQUES.

Après solidification et refroidissement à la température ambiante on a réchauffé plusieurs fois le mélange de terphényles OMP jusqu'à $200\ ^\circ\text{C}$.

La fusion du mélange de terphényles s'est effectuée sans difficulté, la résistance n'a pas été encrassée.

Exemple IV :

Dans le même dispositif on a réchauffé aisément de la température ambiante à $240\ ^\circ\text{C}$ un mélange de polyisobutènes visqueux de masse molaire moyenne environ 900, commercialisé par la Société NAPHTACHIMIE sous le nom de NAPVIS 10.

25

30

35



REVENDEICATIONS

1. - Procédé de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique à l'aide d'énergie électrique, caractérisé en ce qu'on immerge directement au moins une résistance dans ledit produit et on applique une différence de potentiel aux bornes de la ou desdites résistances.
2. - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on applique aux bornes de la ou des résistances une différence de potentiel supérieure à 380 V.
3. - Appareil de chauffage d'un produit diélectrique ou pratiquement diélectrique à l'aide d'énergie électrique, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre le procédé de chauffage selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2.
4. - Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte (2) contenant ledit produit (3) dans lequel est immergée au moins une résistance (4) et des moyens (5) pour relier la ou lesdites résistances à un réseau de distribution électrique (6).
5. - Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs résistances (4) reliées électriquement (15) en série et/ou en parallèle.
6. - Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte au moins trois résistances reliées électriquement en triangle ou en étoile.
7. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que ladite enceinte est balayée par le produit à chauffer.
8. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que ladite enceinte balayée par le produit à chauffer est un tronçon de conduite.
9. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que ladite enceinte balayée par le produit à chauffer est la zone de réaction d'un réacteur chimique.
10. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que ladite enceinte (2) est constituée par un

récipient (7, 8, 9) comportant des moyens d'entrée (10) du produit à chauffer et des moyens de sortie (11) du produit chaud.

11. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que ladite enceinte est constituée par un récipient comportant des moyens d'entrée du produit à chauffer et des moyens de sortie de la vapeur dudit produit.

12. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que ladite enceinte est constituée par un récipient fermé comportant des moyens de remplissage et de vidange du produit à chauffer.

13. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 12, caractérisé en ce que la ou lesdites résistances sont sensiblement en forme de plaque.

14. - Appareil selon la revendication 13, caractérisé en ce que la ou les résistances en forme de plaque sont placées de façon telle que les vecteurs vitesses, du mouvement général du produit en écoulement naturel ou forcé, au voisinage de la ou des résistances soient tangents ou parallèles aux faces desdites plaques.

15. - Appareil selon l'une des revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que la ou les résistances sont en forme de plaque sensiblement plane, ou de plaque sensiblement cylindrique.

16. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, caractérisé en ce que la ou les résistances, en forme de plaque, sont de structure continue.

17. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 12 à 16, caractérisé en ce que la ou les résistances, en forme de plaque, sont de structure discontinue.

18. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 17, caractérisé en ce que les surfaces de la ou des résistances sont d'aspect rugueux.

19. - Appareil selon l'une quelconque des revendications 4 à 18, caractérisé en ce que les surfaces de la ou des résistances sont pourvues d'un revêtement.

20. - Emploi d'un appareil de chauffage selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, 10 à 19, comme appareil de chauffage de liquide



diélectrique ou pratiquement diélectrique notamment de fluide caloporteur.

21. - Emploi d'un appareil de chauffage selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, 9 à 11, 13 à 19 comme zone de réaction d'un réacteur chimique.

05 22. - Emploi d'un appareil de chauffage selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, 11, 13 à 19 comme bouilleur.

23. - Emploi d'un appareil de chauffage selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, 12 à 19 comme appareil pour recevoir, stocker et restituer la chaleur.

10

15

20

25

30

35



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. 3)
X	DE-A-2 400 478 (ECKERFELD) *Page 1 - page 2, premier ligne; page 7, premier alinéa*	1, 3, 4, 6, 7, 10	H 05 B 3/82 F 24 H 1/10
A	CH-A- 145 649 (LEFFER) *Page 2, colonne de gauche*	1, 4, 7, 10, 14, 15	
A	DE-A-2 532 377 (HACKNER) *Page 2, 2ieme alinéa*	1, 4, 10	
A	FR-A- 351 449 (SCHOENBERG) *Page 1 et page 2*	1, 4, 10	
A	FR-A-1 600 146 (LEGRAND) *Page 5, lignes 10-40*	5, 13, 14, 15, 17, 18, 20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) H 05 B F 24 H F 22 B
A	FR-A-1 567 557 (VOLLMER) *Page 2, lignes 17- page 3, ligne 28*	6, 13, 15, 17, 18, 20, 22, 23	
--- -/-			
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-03-1983	Examineur KERN H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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		& : membre de la même famille, document correspondant	



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Page 2
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	DE-A-2 703 293 (PETZ) *Page 7, 2ieme alinéa*	13, 15 17, 18	
A	US-A-4 292 504 (GEBAROWSKI et al.) -----		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-03-1983	Examineur KERN H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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		& : membre de la même famille, document correspondant	