

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24 juillet 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 30 janvier 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMURHEX. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : François de Richaud et Georges Rutten.

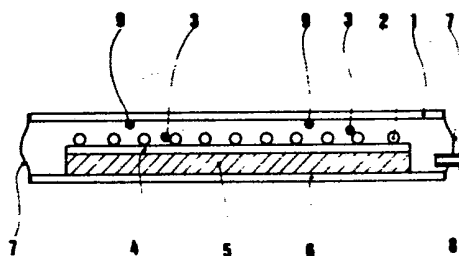
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Daniel Maurice, Péchiney.

⑤4 Dispositif de chauffage de soles de fours industriels pour traitement de solides.

⑤7 Ce dispositif est caractérisé en ce que les résistances 2 sont intégrées à la sole 1 en les disposant sous celle-ci et sur un réflecteur 4 isolé 5 posé sur un support 6, ce dernier pouvant être rendu solidaire de la sole par des entretoises ou des feuillards de dilatation périphériques 7.

Ce dispositif peut servir à équiper des soles ou des plateaux de fours pouvant fonctionner sous atmosphère contrôlée et/ou sous pression différente de la pression atmosphérique et s'adapte particulièrement bien au traitement thermique de solides, tel que séchage, calcination, décomposition ou autres réactions.



DISPOSITIF DE CHAUFFAGE DE SOLES DE FOURS INDUSTRIELS POUR TRAITEMENT DE SOLIDES

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention est relative à un dispositif de chauffage de soles de fours industriels par des résistances électriques. Le terme de sole désigne aussi bien les soles fixes des différents types de fours, comme les fours à chambres, les fours tunnels ... que les plateaux chauffants des fours à plateaux.

Sur ces soles circulent, à l'aide de moyens appropriés, les produits solides devant subir un traitement thermique : séchage, calcination, décomposition ou autres réactions.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Dans les fours à sole fixe, différents modes de chauffage sont utilisés dont le chauffage électrique. Ce dernier est généralement fait par des résistances qui, soit rayonnent directement dans l'atmosphère du four, soit peuvent être noyées dans le réfractaire de la sole ou des parois.

Les fours à plateaux sont habituellement chauffés soit par des gaz chauds introduits directement dans l'enceinte du four, soit par des fluides caloporteurs eau, vapeur, liquides organiques ou sels fondus, circulant à l'intérieur des plateaux; ces fluides étant choisis en fonction de la température à obtenir.

Ces dispositifs présentent un certain nombre d'inconvénients liés au type de moyen de chauffage :

- Les gaz chauds :

. nécessitent l'emploi d'un générateur qui, dans les cas simples, peut être un aérotherme, mais plus généralement une chaudière à combustible avec ses annexes (stockages) et ses propres problèmes liés à ses effluents gazeux,

. ne permettent pas de faire subir au produit traité un profil thermique prédéterminé,

. ne permettent pas de travailler en atmosphère contrôlée ni sous pression variable et réglée à l'avance,

. peuvent entraîner des poussières des produits traités.

- Les fluides caloporteurs :

. nécessitent aussi l'emploi d'un générateur de calories avec ses annexes et d'une infrastructure pour le transfert du fluide (pompes, réservoirs, tuyauteries, régulation ...),

. présentent des risques liés à la nature chimique du fluide : incendie, corrosion,

. l'obtention de profils thermiques prédéterminés dans le four n'est guère plus aisée que dans le cas des gaz chauds.

- Les fours électriques :

Tels que décrits précédemment, sont généralement encombrants et lourds à construire. Par ailleurs, l'emploi de réfractaire empêche de les utiliser sous vide, en raison du dégazage important de ces matériaux.

BUT DE L'INVENTION

La présente invention a pour but de supprimer les inconvénients dus à l'emploi des gaz chauds et des fluides caloporteurs; notamment dans le cas des fluides organiques, on pourra s'affranchir de leur température limite d'emploi (environ 350°C), sans avoir recours à l'utilisation de sels fondus.

Par ailleurs, l'invention, utilisant l'énergie électrique, présente les avantages liés à son emploi : propreté, sécurité, souplesse d'emploi, facilité de mise en oeuvre et de régulation, amélioration des rendements, température atteinte limitée seulement par la qualité des résistances électriques utilisées. Elle n'en présente pas par ailleurs les inconvénients comme l'emploi de réfractaires, et permet

d'obtenir des installations plus légères, donc moins coûteuses et ayant moins d'inertie thermique.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

Le dispositif de chauffage intégré à la sole du four industriel est constitué par des résistances électriques de types blindées qui sont disposées sous la sole sans avoir de contact avec elle. La sole est elle-même en matériau résistant et conducteur de la chaleur, de préférence il s'agit d'une plaque d'acier sur laquelle circule le produit solide à traiter.

Les résistances sont placées sur une tôle brillante en métal réfractaire faisant réflecteur dont l'autre face est revêtue d'un matériau isolant, le tout étant posé sur une plaque support.

Cette disposition utilisant principalement le chauffage par rayonnement, conduit à une distribution homogène de la température et à éviter les points chauds; elle est aidée en cela par la présence d'un diffuseur constitué par la sole elle-même. L'absence de réfractaire favorise le contrôle rigoureux des profils de montée en température et diminue l'inertie thermique.

La plaque support et la sole peuvent être rendues solidaires par un feuillard de dilatation périphérique fixé à ces deux pièces. Il est possible de maintenir l'ensemble plus rigide soit par des entretoises entre le plateau support et la sole, soit par des surépaisseurs judicieusement disposées.

De cette façon, les résistances sont confinées dans un boîtier entièrement clos et étanche ce qui présente l'avantage de les isoler d'une pollution et/ou corrosion dues à l'atmosphère du four ou autres produits traités.

Dans le cas où le four est sous une pression différente de la pression atmosphérique, un tube d'équilibrage peut relier l'intérieur de ce boîtier à l'atmosphère du four soit directement, soit par l'intermédiaire de filtres ou pièges, soit encore en étant branché sur les conduites d'amenée de pression.

Bien entendu, on peut disposer les résistances selon une densité en rapport avec la puissance surfacique, uniforme ou non, dont on a besoin pour le produit à

traiter. Par ailleurs, les résistances peuvent être aménagées en plusieurs zones de chauffage, chacune d'elles ayant ses propres alimentations électrique et régulation de température; ceci permet de réaliser toute sorte de profils prédéterminés de température, donc de conduire les réactions de façon très rigoureuse et aussi de compenser les effets de la dilatation qui déformerait la sole.

La figure 1 représente une sole chauffée par le dispositif selon l'invention.

On y voit la sole chauffée (1) par les résistances blindées (2), munies de leur couple de sécurité (3), le réflecteur métallique (4) avec sa couche isolante (5) et la plaque support (6). Le feuillard de dilatation joignant la sole et la plaque support figure en (7) et le tube d'équilibrage entre le boîtier ainsi formé et l'atmosphère du four en (8). En (9) sont représentés par zone de chauffage, les couples de régulation (ici 2 zones).

EXEMPLES :

Un four d'essai industriel à plateaux chauffants a été construit, les plateaux étant conçus selon l'invention.

Le four, pouvant fonctionner sous atmosphère contrôlée, est constitué d'une enceinte étanche classique en forme de cloche à l'intérieur de laquelle les plateaux sont superposés et suffisamment espacés les uns des autres pour laisser au produit à traiter la place de circuler de l'un au suivant.

Chacun des plateaux de diamètre environ 1,7 m a une épaisseur totale de 5 cm, la sole et la plaque support ont la même épaisseur et la distance séparant la sole des résistances est d'environ 2 cm.

Les résistances électriques de type blindées sont disposées en 3 zones de chauffages concentriques.

Trois entretoises concentriques sont d'une part soudées au plateau-support et d'autre part fixées à la sole par un dispositif à baïonnettes. Un feuillard de dilatation relie la sole et le plateau support par leur périphérie. Un tube d'équilibrage de pression débouche à l'intérieur du boîtier ainsi constitué.

Les résistances sont capables de fournir une température maximum de travail sur la sole de 450°C. La puissance installée est, selon les plateaux, de 22 ou 28 kW, soit 0,9 à 1,2 W/cm² selon les zones de chauffage. Chacune de ces zones est pilotée par une régulation de température qui comporte en outre :

- . une alarme de sécurité de température maximum autorisée sur les résistances,
- . une alarme de température maximum de travail sur la sole,
- . un programmeur de montée en température.

Ces dispositifs non indispensables à l'invention ne sont pas non plus limitatifs.

Suite à des essais de chauffage à vide, les déformations des plateaux ont été mesurées de façon à s'assurer qu'elles correspondent aux spécifications nécessaires à la construction du four : la déformation maximum admissible de la sole entre la température ambiante et la température maximum d'utilisation, est mesurée par rapport à un plan de référence et doit être inférieure à 10 mm.

Les résultats suivants ont été obtenus après plusieurs cycles successifs de chauffage et de refroidissement :

	Déformation maximum (en mm)			
	à 20°C	à 250°C	à 400°C	entre 20°C et 400°C
Plateau d'essai	2		6,5	9
Plateau n° 6		4	8	9,5

A titre d'essai, ce four a servi à décomposer du nitrate d'uranyle hexahydraté en deux étapes (déshydratation et dénitruration) et sous pression réduite; le produit final obtenu (trioxyde d'uranium) doit répondre à des caractéristiques physiques précises liées en partie à l'eau et à l'azote résiduels et dépendantes des régimes thermiques subis.

Plusieurs profils thermiques ont été essayés par réglage des différentes zones de chauffage de chaque plateau, la température finale ayant toujours été maintenue à 400°C.

Le tableau suivant donne les teneurs en eau et azote résiduelles :

ESSAI	H ₂ O %	N %
1	0,84	1,46
2	0,22	1,31
3	0,53	1,18
4	0,80	0,95
5	0,66	0,87
7	0,82	0,85

On voit que les teneurs en azote diminuent régulièrement ce qui a été obtenu en accélérant la montée en température du produit, et en augmentant le temps de séjour aux températures élevées.

Ces résultats, non limitatifs, montrent que le dispositif permet de traiter avec de très bons rendements les problèmes de séchage, décomposition, transformation ou autres réactions à condition d'adapter les conditions opératoires au problème traité, ce qui est particulièrement aisé avec le dispositif.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de chauffage de sole de four industriel par résistances électriques intégrées de type blindées, caractérisé en ce que lesdites résistances sont :

- . disposées sous la sole sans avoir de contact avec elle;
- . placées sur une tôle de métal réfractaire faisant réflecteur dont l'autre face est revêtue d'une couche de matériau isolant, le tout étant posé sur une plaque support.

2. Dispositif, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sole et la plaque support sont reliées par un feuillard de dilatation fixé à leur périphérie, formant boîtier de façon à isoler les résistances de l'atmosphère du four.

3. Dispositif, selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend un système d'équilibrage de pression entre le boîtier étanche et l'atmosphère du four.

4. Dispositif, selon la revendication 1, caractérisé en ce que les résistances sont alimentées électriquement par zones, chacune d'elles étant régulée en température de façon soit à respecter un profil précis de température, soit à compenser des déformations de la sole.

1-1

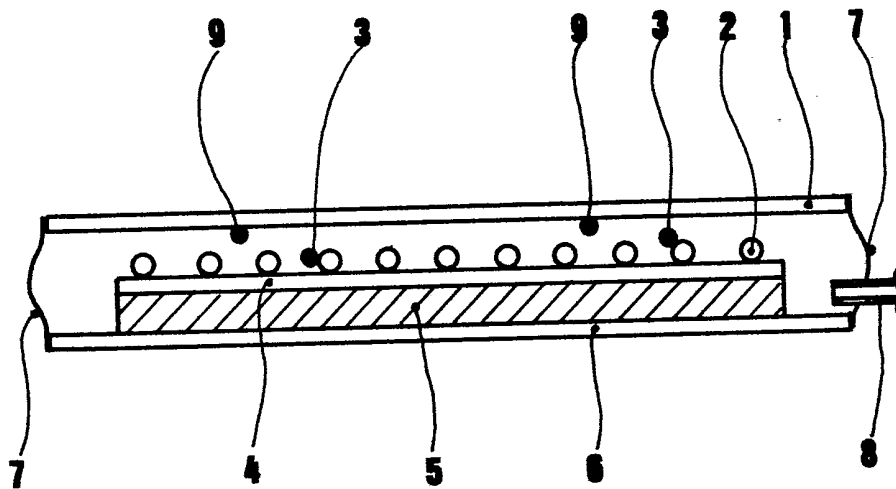


FIG.1