

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 17222

(54) Procédé d'optimisation du schéma de circulation d'un récepteur solaire à fluide caloporteur monophasique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). F 24 J 3/02.

(22) Date de dépôt..... 11 septembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 11 du 18-3-1983.

(71) Déposant : Société dite : CONSTRUCTIONS NAVALES ET INDUSTRIELLES DE LA MEDITERRANEE. — FR.

(72) Invention de : Didier Lepoultel et Joël Truc.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Armengaud Aîné,
3, av. Bugeaud, 75008 Paris.

La présente invention est relative à un récepteur solaire à fluide caloporteur monophasique, chauffé par les rayons solaires réfléchis par un champ d'héliostats. Un tel récepteur est constitué d'une cavité présentant une surface cylindrique ou prismatique ayant une face avant ouverte placée dans le champ d'héliostats, et des parois latérales et postérieure tapissées de tubes jointifs dans lesquels circule le fluide caloporteur. Ces tubes peuvent être disposés dans un plan vertical ou horizontal, ou dans un plan défini par un rayon réfléchi et une droite horizontale normale à celui-ci. Ils sont regroupés par bandeaux, les bandeaux étant eux-mêmes disposés en éléments série et parallèle.

La présente invention se propose d'apporter un procédé permettant d'optimiser le schéma de circulation d'un tel récepteur à fluide caloporteur monophasique, tout en respectant les pertes de charges imposées et une tolérance vis-à-vis des écarts de flux.

On sait que la durée de vie d'un tel récepteur solaire est fonction de la vitesse du fluide dans les tubes, et qu'elle est donc liée aux pertes de charge dans le circuit. Le problème à résoudre consiste donc à déterminer, pour une perte de charge donnée, le meilleur schéma de circulation, c'est-à-dire celui qui donne la plus grande durée de vie possible, ainsi que la plus grande adaptabilité du système aux variations de flux par rapport au cahier des charges imposé.

On sait, par ailleurs, que la durée de vie d'un récepteur solaire est caractérisée par le temps de maintien à une température donnée (zone de fluage) des tubes qui le tapissent, et par les cycles de contrainte thermique. En outre, il est évident que le flux solaire réfléchi est par nature aléatoire, en raison, notamment, des passages nuageux, des incidents sur le champ d'héliostats, etc. La présente invention a pour but d'affranchir l'utilisateur du caractère aléatoire du flux réfléchi, lors de la détermination du récepteur. Pour parvenir à ce résultat, la demanderesse définit un cycle enveloppe qui est le cycle diurne, et elle adopte des dispositions constructives pour que les cycles élémentaires dus aux phénomènes transitoires soient masqués par ou inclus dans le cycle enveloppe.

Il est connu que la relation appelée nombre de BIOT est représentative du rapport entre l'échange convectif le long du tube et l'échange conductif au travers du tube. Si :

h = coefficient de convection du fluide en $W/m^2 \cdot 0^\circ C$,

e = épaisseur du tube en m,

λ = coefficient de conduction du métal en $W/m \cdot 0^\circ C$,

on doit satisfaire à la relation :

$$5 \quad \frac{he}{\lambda} < 0,5$$

La demanderesse a découvert que, pour satisfaire cette relation, il fallait choisir l'épaisseur des tubes des bandeaux du récepteur solaire dans les limites suivantes :

$$10 \quad \frac{D_{ext}}{20} \leq e \leq \frac{D_{ext}}{10} \quad (1)$$

D_{ext} étant le diamètre extérieur du tube.

A titre d'exemple non limitatif, on peut choisir des tubes présentant une épaisseur $e = 1,3$ mm, et un diamètre extérieur $D_{ext} = 18$ mm. Grâce à cette détermination, les dommages résultant des transitoires sont inférieurs
15 aux dommages dus aux états de contrainte en régime stationnaire. De cette façon, seul le cycle enveloppe diurne sera pris en considération dans la suite des calculs.

Pour optimiser le schéma de circulation, le calcul montre qu'il faut concilier les points suivants :

- 20 a) durée de vie du récepteur de l'ordre de 20.000 à 100.000 heures ;
b) pertes de charges minimales, telles que stipulées au cahier des charges ;
c) tolérance du système vis-à-vis de déformations de la carte de flux.

Pour ce faire, on recherche la meilleure valeur du rapport :

$$25 \quad \tau = \frac{\text{Durée de vie (en milliers d'heures)}}{\text{Pertes de charge du récepteur (en bars)}}$$

par exemple : $\tau = \frac{20 \text{ à } 100}{5 \text{ à } 20}$,

soit : $1 < \tau < 20$

La demanderesse a cependant constaté que la tolérance du système
30 vis-à-vis de déformations de la carte de flux conduisait à choisir des vitesses de fluide élevées, donc des pertes de charge plus importantes que nécessaire, pour respecter la meilleure valeur de τ .

Compte tenu de la relation (1), donnée ci-dessus, entre l'épaisseur des tubes et leur diamètre extérieur, la demanderesse a constaté que la fonction τ définie ci-dessus était optimale lorsque les tubes assemblés en bandeaux reçoivent la même quantité d'énergie.

5 A titre d'exemple, lorsque le flux est uniformément réparti, cette disposition conduit à choisir des bandeaux de même taille, et, lorsque le flux est de type gaussien, quoique déformé, les bandeaux auront des largeurs différentes. Dans ce dernier cas, étant donné l'aspect généralement symétrique du flux, le récepteur est divisé en deux éléments parallèles.

10 Les bandeaux élémentaires ainsi définis sont ensuite assemblés entre eux en éléments série et parallèle, afin d'imposer une vitesse convenable au fluide caloporteur circulant dans les tubes du récepteur.

Le nombre de passages série est fixé lors du calcul de la durée de vie, et l'on peut le faire évoluer en fonction des pertes de charges admises et
15 de la sécurité de l'installation, ou plutôt de son adaptabilité à recevoir un flux non conforme au cahier des charges .

Les exemples suivants, qui n'ont aucun caractère limitatif, illustrent l'invention.

Exemple 1 -

20 On a déterminé, pour une durée de vie de 80.000 heures et une perte de charge de 10 bars ($\tau = 8$), un circuit qui comprend deux branches parallèles ayant chacune cinq bandeaux en série.

Si l'on désire augmenter la capacité de l'installation à recevoir un flux différent, on peut prévoir 6 bandeaux (de largeur moindre) en série,
25 avec 216 tubes, ; la vitesse augmentant dans les tubes, cette vitesse se trouve augmentée, la durée de vie étant approximativement constante pour les bandeaux les plus chargés (soit 12 bars de perte de charge). La Fig. 1 du dessin annexé est un croquis illustrant la répartition des tubes dans chaque bandeau 1 à 6 et 1' à 6', en série.

30 Exemple 2 -

Pour augmenter encore la capacité de l'installation à recevoir un flux différent, on a prévu 7 bandeaux en série 1 à 7 et 1' à 7', toujours avec 216 tubes dont la répartition est donnée sur la Fig. 2. Dans ce cas, on obtient une meilleure sûreté de fonctionnement en cas d'écart de flux, mais la consommation
35 d'énergie est plus importante compte tenu des pertes de charge plus élevées (13,9 bars).

Il ressort de la description qui précède que l'invention apporte un procédé permettant de définir les règles d'établissement et d'optimisation d'un schéma de circulation d'un récepteur solaire à fluide monophasique, ces règles étant valables aussi bien pour des arrangements de bandeaux (compre-
5 nant des tubes en parallèle), que ces tubes soient verticaux, horizontaux ou inclinés, sachant que seul importe le flux incident normal à la paroi.

Il demeure bien entendu que cette invention n'est pas limitée aux exemples de mise en oeuvre décrits ici, mais qu'elle en englobe toutes les variantes.

REVENDEICATIONS

1 - Procédé en vue d'une optimisation du schéma de circulation d'un récepteur solaire à fluide caloporteur monophasique comportant une cavité tapissée de tubes jointifs regroupés en bandeaux, caractérisé en ce qu'il consiste à choisir l'épaisseur e des tubes de façon à satisfaire l'équation suivante :

$$\frac{D_{ext}}{20} \leq e \leq \frac{D_{ext}}{10}$$

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes assemblés en bandeaux sont disposés de façon à recevoir la même quantité d'énergie, afin d'obtenir une valeur optimale de la fonction :

$$\eta = \frac{\text{Durée de vie (en milliers d'heures)}}{\text{Pertes de charge du récepteur (en bars)}}$$

3 - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les bandeaux de tubes présentent les mêmes dimensions lorsque le flux est uniformément réparti.

4 - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les bandeaux de tubes ont des largeurs différentes lorsque le flux est de type gaussien, ou autre.

5 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le récepteur est divisé en deux éléments parallèles.

Fig. 1

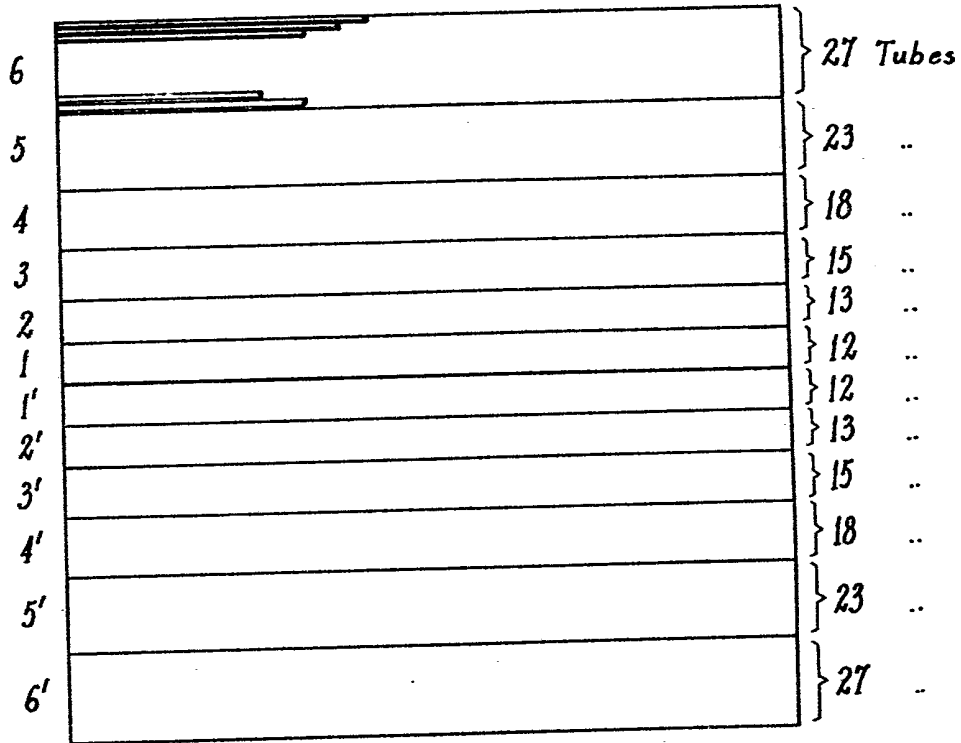


Fig. 2

