

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 12911

(54)

Pompe à chaleur Stirling.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). F 24 J 3/04; F 02 G 1/043.

(22)

Date de dépôt..... 24 juin 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : RFA, 25 juin 1980, n° P 30 23 660.3.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 53 du 31-12-1981.

(71)

Déposant : Société de droit allemand : GARTEMANN & HOLLMANN GMBH, résidant en RFA.

(72)

Invention de : Helmut Feustel et Rainer Moeres.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Germain et Maureau,
Le Britannia - Tour C, 20, bd E.-Déruelle, 69003 Lyon.

La présente invention concerne une pompe à chaleur Stirling, dont le piston de travail entraîné par un mécanisme à manivelle agit sur une chambre de compression isolée de façon étanche du carter fermé de ce mécanisme par
5 une membrane formant soufflet, qui entoure le piston de travail.

Les pompes à chaleur Stirling connues de ce type comportent à la suite de la chambre de compression un premier échangeur thermique, un régénérateur sous la forme d'un accumulateur de chaleur et un second échangeur
10 thermique, une chambre d'expansion étant aussi prévue, chambre sur laquelle agit un piston déplaceur commandé par came. Dans la pratique, les deux pistons déplacent de façon cyclique et commandée un volume de gaz entre la chambre de compression et celle d'expansion et vice versa. Le
15 travail de compression effectué sur le gaz dans la chambre de compression est restitué sous forme de chaleur dans le premier échangeur thermique. Au cours du refoulement du volume de gaz maintenu désormais constant dans la chambre d'expansion froide, le gaz traverse le régénérateur et
20 cède la chaleur qui lui reste. Il se produit ensuite une expansion du gaz dans cette chambre, de sorte que la chaleur ambiante peut être amenée au gaz détendu par l'intermédiaire du second échangeur. Puis le gaz, avec un volume
25 constant, est ramené dans la chambre de compression. Il se charge de nouveau de la chaleur précédemment accumulée dans le régénérateur. L'énergie thermique cédée par une pompe à chaleur Sterling de ce type se compose de l'énergie tirée du milieu ambiant et de l'énergie introduite
30 lors de la compression.

Dans ces pompes à chaleur, on travaille de façon cyclique dans la chambre de compression à une pression qui varie entre 5 et 22 bars environ. Le problème est alors d'assurer l'étanchéité de cette chambre de compression par
35 rapport au carter fermé du mécanisme à manivelle, la dite chambre se trouvant normalement au-dessus du piston de travail, tandis que le carter du mécanisme se trouve au-dessous.

Il est connu d'utiliser alors comme moyen d'étanchéité une membrane en forme de soufflet, qui entoure le piston de travail. Ce soufflet présente l'avantage important de ne produire pratiquement aucune perte par frottement et d'éliminer toute possibilité pour l'huile du carter de pénétrer dans la chambre de compression, en premier lieu sous la forme d'un brouillard et aussi par capillarité, ce qui est d'autant plus important que cette huile, parvenue dans la dite chambre, pourrait à la longue encrasser les échangeurs thermiques et le régénérateur.

Tout avantageux que soit ce soufflet, il présente malgré tout l'inconvénient d'avoir une longévité insuffisante par suite des conditions dans lesquelles il travaille. Il faut tenir compte du fait qu'il règne dans le carter fermé une pression déterminée, par exemple une pression de travail moyenne de 12,5 bars, de sorte que pour une plage de pression de 5 à 22 bars dans la chambre de compression, le soufflet est soumis cycliquement à une pression différentielle de + 10 bars à -7 bars. Par ailleurs, le remplacement de ce soufflet par un joint de piston normal ne constituerait pas un avantage, aussi bien du point de vue du maintien du brouillard d'huile dans le carter du mécanisme que de celui des pertes par frottement.

L'invention a donc pour objet de réaliser une pompe du type précité, mais qui, tout en assurant au soufflet une grande longévité malgré les conditions de travail existantes, permet d'isoler parfaitement la chambre de compression du carter du mécanisme.

A cet effet, dans la pompe à chaleur selon l'invention, il est prévu entre la chambre de compression et l'espace intérieur du soufflet un élément étrangleur agissant sur la pression et le dit espace intérieur du soufflet est relié en circuit fermé à celui d'une membrane d'équilibrage qui s'allonge dans le carter.

Dans un premier stade, l'élément étrangleur protège l'espace intérieur du soufflet qui entoure le piston de travail contre les fortes variations de pression qui se

produisent dans la chambre de compression et sont inhérentes au système. Par le choix d'un élément étrangleur approprié, on peut faire en sorte de capter les fuites qui s'y produisent encore éventuellement. Même avec cette protection, il se produit encore à l'intérieur du soufflet, par suite de la nature même du système, une alternance de compressions et de détentes qui, bien que dans une mesure réduite, soumet le soufflet à des sollicitations alternées. Dans un autre stade, l'effet alterné des pressions différentielles est donc annulé par la membrane d'équilibrage, dont l'espace intérieur communique en circuit fermé avec celui du soufflet et qui s'allonge à l'intérieur du carter. Si le soufflet se comprime, la membrane d'équilibrage s'allonge alors automatiquement contre la pression qui règne dans le carter fermé jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre cette pression et sa pression intérieure, de sorte que, ce processus d'équilibrage étant naturellement extrêmement rapide, le soufflet est pratiquement soustrait à l'action de ces différences de pression et a donc une très grande longévité.

La circuit fermé est avantageusement muni d'un orifice de remplissage qui lui est propre, de sorte qu'on peut y introduire un fluide sous pression et amener ainsi facilement ce circuit et les espaces intérieurs respectifs du soufflet et de la membrane d'équilibrage à la même pression que l'intérieur du carter. Même lorsque la pompe à chaleur est arrêtée, il ne se produit donc aucune différence de pression. On peut même éviter qu'il s'en produise une pendant la phase de remplissage si l'on remplit simultanément le circuit fermé concerné et le carter du mécanisme.

Dans une forme d'exécution préférée de la pompe selon l'invention, l'élément étrangleur est constitué par un joint à labyrinthe qui entoure le piston de travail. Certes, ce joint constitue à vrai dire un pas en direction d'un joint de piston normal. Toutefois, dans les conditions de travail qui existent dans cette pompe, son fonctionne-

ment est dans une large mesure, suffisante dans la pratique, exempt de frottement. Les fuites éventuelles en provenance de la chambre de compression ne sont ici pas gênantes, la présence du soufflet garantissant une étanchéité absolument parfaite entre la chambre de compression et le carter.

Dans une autre forme d'exécution préférée, la membrane d'équilibrage est conformée en émetteur de signaux. On peut, par exemple, prévoir un interrupteur de fin de course à chacune des deux positions extrêmes, haute et basse, de la membrane. Si cette dernière atteint la position extrême haute, cela signifie que la pression dans le circuit fermé est trop faible et donc que le soufflet est détérioré, par exemple. Si elle atteint la position extrême basse, il faut en conclure que la pression dans le circuit fermé est trop élevée, par exemple parce que les fuites en provenance de la chambre de compression sont trop importantes ou parce que le carter présente un défaut d'étanchéité.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique annexé, dont l'unique figure est une vue en coupe partielle, représentant, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de cette pompe.

Cette figure montre le côté gauche de la zone d'une pompe à chaleur Stirling comprise entre la chambre de compression 1, située à la partie supérieure, et le carter fermé 2 du mécanisme à manivelle, placé à la partie inférieure, la construction étant symétrique par rapport à l'axe longitudinal représenté en trait mixte. Cette pompe à chaleur possède un piston de travail 3, qui est creux et s'ouvre vers le bas en direction du carter 2, et qui est lié par des vis 4 au mécanisme à manivelle (non représenté) logé dans le carter. Le piston 3 agit vers le haut sur la chambre de compression 1.

Au-dessus de cette dernière se trouvent les deux échangeurs thermiques, le régénérateur, la chambre d'ex-

pansion et le piston déplaceur, le tube 5, dans lequel est guidé ce dernier s'étendant vers le bas à travers le piston de travail 3 jusque dans la carter 2, où il est supporté.

5 L'étanchéité entre la chambre de compression 1 et le carter fermé 2 du mécanisme à manivelle est assurée au moyen d'une membrane formant soufflet 6, qui entoure le piston de travail 3 sur sa partie inférieure seulement. Le soufflet 6 est fixé au piston 3 de façon étanche par son extrémité inférieure au moyen d'une bride annulaire
10 7. L'espace intérieur 8 de ce soufflet est délimité, d'une part, par la face interne de la paroi plissée de ce dernier, et, de l'autre, par la face périphérique du piston de travail 3. Il est fermé vers le bas par la bride 7.
15 Vers le haut, le soufflet est fermé par une bague de fixation 9, qui le solidarise d'une bride 10 montée sur le carter 2, ainsi que par une partie de cette bride 10, et que par un manchon cylindrique 11, qui, de son côté, est immobilisé contre la bride 10 par un collet 12, qu'il
20 présente à son extrémité supérieure. Le piston de travail 3 est guidé dans ce manchon 11. Contre la face interne de ce dernier s'étend entre la chambre de compression 1 et l'espace intérieur 8 du soufflet 6 l'élément étrangleur constitué par un joint à labyrinthe 13.

25 Sur la face inférieure de la bride 10 est fixée dans un raccord 14 l'extrémité supérieure d'une membrane d'équilibrage 15, qui peut s'allonger librement vers le bas à l'intérieur du carter 2. L'espace intérieur 16 de cette membrane 15 communique par le raccord 14 avec un
30 canal de remplissage 17 formé dans la bride 10, canal qui débouche sur l'extérieur par un orifice 18 obturé par un bouchon et qui communique aussi avec l'espace intérieur 8 du soufflet 6 par un évidement de la face externe du manchon 11. Cet espace intérieur 8 forme donc avec celui
35 16 de la membrane d'équilibrage et la partie correspondante du canal de remplissage 17 un circuit fermé.

La pompe à chaleur étant arrêtée, on amène ce cir-

cuit fermé à une pression déterminée en introduisant un fluide par l'orifice de remplissage 18, pression qui est exactement la même que celle qui règne dans le carter 2. Pour éviter que des pressions différentielles agissent sur le soufflet 6 au cours du remplissage, il est judicieux d'effectuer simultanément le remplissage et le réglage de la pression.

Lorsque la pompe à chaleur Stirling fonctionne, la pression à l'intérieur de la chambre de compression 1 oscille de façon cyclique entre 5 bars et 22 bars. L'espace intérieur 8 du soufflet 6 est soustrait à l'action de cette fluctuation de la pression par le joint à labyrinthe 13, dont le fonctionnement peut être considéré comme étant sans frottement pour les besoins de la pratique. Le travail du piston 3 produit cependant une compression et une détente cycliques de l'espace intérieur 8. Mais il se produit alors un équilibrage immédiat et constant avec la pression qui règne dans le carter 2, du fait que lors d'une compression de l'espace intérieur 8 du soufflet 6, la membrane 15 s'allonge automatiquement contre la force de la pression intérieure du carter jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint. On évite ainsi toute possibilité de sollicitation du soufflet 6 par une pression différentielle.

Il est avantageux de conformer la membrane d'équilibrage 15 en émetteur de signaux. On peut à cet effet disposer un interrupteur de fin de course à chacune des positions extrêmes, haute et basse, prédéterminées pour la membrane. Lorsque celle-ci atteint sa position extrême haute en cours de fonctionnement de la pompe à chaleur, ceci indique une pression trop faible dans le circuit fermé des espaces intérieurs 8 et 16, résultant par exemple d'un défaut d'étanchéité au niveau du soufflet 6. Si, en cours de fonctionnement de la pompe, la membrane d'équilibrage 15 parvient à la position extrême basse, cela veut dire qu'une pression trop forte règne dans le circuit fermé, explocables notamment par des fuites trop importantes à travers le joint à labyrinthe 13, provenant de la chambre

7

de compression 1, ou par un défaut d'étanchéité au niveau du carter 2 du mécanisme à manivelle.

- REVENDEICATIONS -

1.- Pompe à chaleur Stirling, dont le piston de travail entraîné par un mécanisme à manivelle agit sur une chambre de compression isolée de façon étanche du carter
5 fermé du dit mécanisme par une membrane formant soufflet qui entoure le piston de travail, caractérisée en ce qu'il est prévu entre la chambre de compression (1) et l'espace intérieur (8) du soufflet (6) un élément étrangleur (13) agissant sur la pression et en ce que le dit espace
10 intérieur (8) est relié en circuit fermé à celui d'une membrane d'équilibrage (15) qui s'allonge dans le carter (2).

2.- Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'élément étrangleur est constitué par un joint à labyrinthe cylindrique (13), qui entoure le piston de
15 travail (3) au-dessus du soufflet (6).

3.- Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le circuit fermé comprend un canal (17) muni d'un orifice de remplissage obturable (18), qui communique avec les espaces intérieurs respectifs (8, 16) du soufflet
20 (6) et de la membrane d'équilibrage (15).

4.- Pompe selon la revendication 1, caractérisée en ce que la membrane d'équilibrage (15) est conformée en émetteur de signaux.

5.- Pompe selon la revendication 4, caractérisée
25 en ce qu'un interrupteur de fin de course est placé à chacune des positions extrêmes, haute et basse, de la membrane d'équilibrage (15).

