

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 16454**

---

(54) Palier à fluide liquide.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 16 C 32/06.

(22) Date de dépôt..... 28 août 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° 9 du 4-3-1983.

---

(71) Déposant : Société anonyme dite : CEM-COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE. — FR.

(72) Invention de : Jean Chaboseau.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Office Blétry,  
2, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention concerne un palier à fluide liquide comprenant un élément cylindrique interne et un élément externe en forme de douille entourant avec un faible jeu l'élément cylindrique interne, l'un des deux éléments (en général l'élément externe en forme de douille) comportant entre ses extrémités plusieurs chambres qui sont régulièrement réparties circonférentiellement dans sa surface périphérique tournée vers l'autre élément et qui sont pourvues d'orifices d'injection pour un liquide porteur, un carter de palier avec joints d'étanchéité formant avec les éléments interne et externe des chambres collectrices pour le liquide porteur sortant dudit jeu respectivement aux extrémités du palier, et un circuit hydraulique pour recycler ledit liquide porteur desdites chambres collectrices à ladite pluralité de chambres.

Les paliers à fluide liquide sont bien connus dans la technique des pivots. Dans ces paliers, les éléments fixe et tournant, en général les éléments externe et interne, respectivement, sont séparés par un film de fluide cohérent à l'intérieur duquel existent des pressions suffisamment élevées pour empêcher ces éléments d'entrer en contact l'un avec l'autre. Selon leur mode de fonctionnement, les paliers à fluide liquide sont de deux types : les paliers dits hydrodynamiques et les paliers dits hydrostatiques.

Les paliers hydrodynamiques sont conçus et réalisés de telle manière que les pressions maintenant écartés les éléments fixe (douille) et tournant (arbre) sont engendrées dans le fluide par cisaillement d'un film de fluide en forme de coin.

Le fluide, en général de l'huile, est amené dans le jeu entre arbre et douille à une pression juste suffisante pour assurer le débit nécessaire. Les forces de séparation sont liées à la viscosité du fluide, à la grandeur et à la répartition du jeu  
5 entre arbre et douille, à la vitesse relative arbre-douille, tous ces paramètres jouant simultanément un rôle essentiel sur le plan fonctionnel.

Par contre, dans les paliers hydrostatiques, le fluide est amené dans le jeu entre arbre et douille à une pression relativement élevée au moyen d'une pompe, cette pression étant  
10 suffisamment élevée pour maintenir l'arbre et la douille espacés l'un de l'autre. La portance du palier résulte de la différence des pressions entre les génératrices "chargées" et les génératrices "déchargées" du palier, différence qui  
15 résulte elle-même des jeux radiaux différents à l'intérieur du palier, qui sont corrélatifs à l'excentrement entre arbre et douille, cet excentrement étant lui-même dû à la charge à laquelle l'arbre est soumis.

Pour qu'un palier à fluide liquide fonctionne correctement, quel qu'en soit le type, il est nécessaire que les  
20 caractéristiques du liquide porteur soient bien conformes à celles qu'on attend, et notamment qu'elles soient stables sur la plus large plage possible de fonctionnement. Ceci explique que l'on utilise en général de l'huile comme liquide porteur.  
25 Toutefois, il est aussi connu d'utiliser d'autres liquides comme liquide porteur, par exemple le liquide véhiculé ou traité par la machine équipée du palier, ce qui offre l'avantage d'éviter d'avoir à prévoir des dispositifs complexes d'étanchéité. Mais, dans ce dernier cas, on doit veiller à ce que,  
30 en cours de fonctionnement, les variations éventuelles des caractéristiques physiques ou chimiques du liquide porteur utilisé ne perturbent pas sensiblement le fonctionnement du palier. En particulier, il y a lieu d'éviter que le liquide porteur ne puisse se vaporiser à l'intérieur du palier.

35 La présente invention a pour but de résoudre ce problème en minimisant le risque de vaporisation du liquide porteur dans un palier à fluide liquide.

A cet effet, le palier à fluide liquide est caractérisé en ce qu'il comprend en outre, entre au moins l'une des extrémités axiales dudit jeu et la chambre collectrice adjacente, une chambre d'expansion qui communique avec ladite chambre collectrice à travers un faible espace annulaire ayant une section de passage plus grande que celle dudit jeu et calculée pour que la pression du liquide dans la chambre d'expansion soit plus grande que dans la chambre collectrice adjacente.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre et qui est relative à un palier hydrostatique, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

Les figures 1 et 2 sont des vues en coupe respectivement axiale et transversale d'un palier hydrostatique conventionnel.

La figure 3 est un diagramme montrant comment la pression du liquide porteur varie à l'intérieur du palier des figures 1 et 2 depuis le milieu du palier vers l'une de ses extrémités.

La figure 4 est un diagramme entropique T-S illustrant la détente du liquide porteur à l'intérieur du palier des figures 1 et 2.

La figure 5 est une vue en coupe axiale d'un palier hydrostatique conforme à la présente invention, montrant une première forme d'exécution de la chambre d'expansion dans la partie supérieure de la figure et une deuxième forme d'exécution de la chambre d'expansion dans la partie inférieure de la figure.

La figure 6 montre, à plus grande échelle, la chambre d'expansion représentée dans la partie inférieure de la figure 5.

Les figures 7 et 8 sont des vues similaires à la figure 6 montrant des variantes.

Avant de décrire l'invention proprement dite, on expliquera tout d'abord brièvement le fonctionnement d'un palier hydrostatique, réalisé selon l'art antérieur, à l'aide des figures 1 à 4. On supposera que le liquide porteur est de l'eau. En effet, l'utilisation d'eau comme fluide porteur apparaît avantageuse dans certains cas, notamment pour des machines du genre "compresseur de vapeur", car elle permet d'intégrer les paliers à la machine et de simplifier grandement les joints d'étanchéité en évitant la présence de joints

d'étanchéité relativement encombrants, de réalisation difficile et sujets à aléas en exploitation particulièrement quand l'en-  
ceinte de la machine est sous vide.

Dans les figures 1 et 2, le numéro de référence 1 désigne  
5 un arbre, avec ou sans chemise, et le numéro 2 désigne une  
douille entourant l'arbre 1 avec un faible jeu 3. Dans les  
figures 1 et 2, le jeu 3 a été fortement exagéré car, en réali-  
té, il est beaucoup plus faible (de l'ordre de quelques diziè-  
mes ou de quelques centièmes de millimètres). Dans la figure 2,  
10 O désigne le centre de la douille 2 et de l'arbre 1 sous charge  
nulle, et O' désigne le centre de l'arbre 1 soumis à une charge  
F.

Entre ses extrémités, la douille 2 comporte un certain  
nombre de chambres, par exemple huit chambres  $CH_1$  à  $CH_8$  comme  
15 montré sur la figure 2. Le liquide porteur, par exemple de  
l'eau, est amené sous pression par une pompe (non montrée dans  
les figures 1 et 2) dans les chambres  $CH_1$  à  $CH_8$  respectivement  
à travers des orifices calibrés d'injection  $O_1$  à  $O_8$ . La pression  
 $p_0$  a la même valeur à l'entrée de tous les orifices  $O_1$  à  $O_8$  :  
20 c'est la valeur de la pression fournie par la pompe d'alimenta-  
tion. De même, la pression  $p_s$  de l'eau s'échappant du jeu 3  
à l'une ou l'autre des extrémités de la douille 2 a la même  
valeur tout autour de l'arbre 1 : c'est la valeur de la pression  
qui règne dans les chambres collectrices (non montré dans les  
25 figures 1 et 2) habituellement prévues aux deux extrémités du  
palier. On notera toutefois que la valeur de la pression  $p_s$   
peut être la même ou être différente aux deux extrémités de  
la douille 2 selon que les environnements sont les mêmes ou  
sont différents aux deux extrémités du palier. Par contre, la  
30 pression  $p_i$  à la sortie de chacun des orifices  $O_i$  ( $i = 1, 2, 3,$   
 $\dots, 8$ ) n'a pas la même valeur tout autour de l'arbre 1. En ef-  
fet, la pression  $p_i$  dépend de la valeur du jeu radial 3 entre  
l'arbre 1 et la douille 2, qui varie elle-même tout autour  
de l'arbre 1 du fait de l'excentrement et qui conditionne essentiellement  
35 la perméabilité de l'espace parcouru par l'eau entre la région  
des orifices  $O_1$  à  $O_8$  et l'une ou l'autre des extrémités de la  
douille 2. Plus la valeur du jeu radial 3 est petite, plus la  
valeur de la pression  $p_i$  est grande.

La figure 3 montre la répartition de la pression de l'eau à l'intérieur du palier. Plus précisément, le diagramme du haut de la figure 3 montre la répartition de la pression le long de la génératrice supérieure de l'arbre 1 de l'orifice  $O_1$  à l'extrémité droite de la douille 2, tandis que le diagramme du bas de la figure 3 montre la répartition de la pression le long de la génératrice inférieure de l'arbre 1 de l'orifice  $O_5$  à l'extrémité droite de la douille 2.  $p_1$  et  $p_5$  désignent la pression de l'eau respectivement à la sortie de l'orifice  $O_1$  et à la sortie de l'orifice  $O_5$ . Bien entendu, la répartition de la pression dans la moitié gauche du palier est similaire à celle représentée sur la figure 3. La différence des aires des triangles A, B, C et A', B', C' conditionne au premier chef la portance du palier qui équilibre la charge F.

La figure 4 est un diagramme entropie S température T illustrant la détente de l'eau dans le palier des figures 1 et 2. La ligne V est la limite de vaporisation de l'eau. Les lignes  $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_5$  et  $P_s$  sont des lignes isobares correspondant respectivement aux pressions  $p_0$ ,  $p_1$ ,  $p_5$  et  $p_s$  déjà mentionnés plus haut.

Dans des conditions normales de fonctionnement, par exemple à la température  $t_1$ , l'eau se détend suivant la ligne verticale  $D_1$  de l'isobare  $P_0$  jusqu'à l'isobare  $P_s$ . Par contre, si la température de l'eau s'élève accidentellement de  $t_1$  à  $t_2$ , la ligne verticale de détente passe de  $D_1$  à  $D_2$  et l'eau ne peut se détendre jusqu'à la pression  $p_s$  (isobare  $P_s$ ) sans traverser la ligne limite de vaporisation V en un point E. En conséquence, l'eau se vaporise par "flashing" (cavitation) dans le jeu 3 avant d'atteindre l'extrémité droite de la douille 2 (et aussi avant d'atteindre l'extrémité gauche de la douille 2 si la valeur de la pression  $p_s$  à cette extrémité gauche est égale ou inférieure à la valeur de la pression  $p_s$  à l'extrémité droite). Comme la valeur de la pression  $p_1$  est inférieure à celle de la pression  $p_5$ , l'eau se vaporisera dans le jeu 3 en premier le long de la génératrice supérieure de l'arbre 1 et le "bouchon" de vapeur ainsi créé dans l'espace entre arbre 1 et douille 2 provoquera une augmentation de la valeur de la pres-

sion  $p_1$ , donc une baisse de la portance du palier. Il en résultera soit un contact et un frottement entre l'arbre 1 et la douille 2 dans la partie inférieure du palier, soit une instabilité du palier qui conduira au même résultat ou à d'autres dégradations du palier.

De même, si la pression  $p_s$  à l'une des extrémités de la douille 2 s'abaisse accidentellement à une valeur correspondant par exemple à l'isobare  $P'_s$  de la figure 4, l'eau se détendra par exemple le long de la ligne verticale  $D_1$  en traversant la ligne limite de vaporisation  $V$  au point  $E'$  avant d'atteindre l'isobare  $P'_s$ , avec les mêmes conséquences que celles qui ont été exposées plus haut.

De tels incidents peuvent résulter pratiquement de toute excursion accidentelle de la ligne de détente due, à un accroissement de la température de l'eau arrivant aux orifices  $O_1$  à  $O_8$  ou à une chute de pression dans les chambres collectrices à l'une ou l'autre extrémité de la douille 2. Comme la pression est plus basse sur la génératrice supérieure de l'arbre 1, on conçoit que celle-ci est plus vulnérable aux incidents de marche, car les anomalies de pression aux extrémités de la douille 2 ne cheminent que très peu le long de la génératrice inférieure de l'arbre 1 et n'ont donc que peu de conséquence le long de cette génératrice. Afin de minimiser les risques de vaporisation de l'eau dans le jeu 3 entre l'arbre 1 et la douille 2, le palier selon l'invention est construit de manière à maintenir dans le jeu 3 une pression toujours suffisante pour que l'eau reste en phase liquide dans le palier. On décrira maintenant comment ce résultat peut être obtenu en faisant référence aux figures 5 à 8.

Dans la figure 5, les éléments qui sont semblables à ceux des figures 1 et 2 sont désignés par les mêmes numéros de référence. Dans la figure 5, le numéro 4 désigne une chemise montée sur l'arbre 1 entre un épaulement 5 de celui-ci et un écrou de serrage 6. Le numéro 7 désigne des injecteurs ou des gicleurs définissant les orifices calibrés d'injection  $O_1$  à  $O_8$ . Le numéro 8 désigne un carter de palier qui entoure la douille 2 et qui est pourvu d'une bride circulaire 9 permettant la

fixation du palier à l'enveloppe 10 de la machine au moyen de vis 11. Le numéro 12 désigne un joint sphérique par l'intermédiaire duquel la douille 2 est montée dans le carter de palier 8. Le numéro 13 désigne une clavette coopérant avec une rainure 14 du carter de palier pour empêcher la douille 2 de tourner. Les numéros 15, 16 et 17 désignent des joints d'étanchéité qui sont fixés au carter 8 et qui définissent avec lui et avec la chemise 4 des chambres collectrices 18, 19 et 20, respectivement, aux extrémités du palier. Les orifices des injecteurs 7 et les chambres collectrices 18, 19 et 20 communiquent respectivement par des passages 21, 22, 23 et 24 formés dans le carter 8 (et aussi dans le joint sphérique 12 en ce qui concerne le passage 21) avec un circuit hydraulique désigné dans son ensemble par le numéro 25. Comme montré sur la figure 5, ce circuit 25 peut comporter des conduites d'évacuation 26, 27 et 28 reliant respectivement les passages 22, 23 et 24 à une pompe de refoulement 29 qui refoule l'eau vers un réservoir 30 à travers un dispositif réfrigérant 31. Une conduite d'alimentation 32, dans laquelle sont installés un filtre 33 et une pompe d'alimentation 34, relie le réservoir 30 au passage 21 commun à tous les injecteurs 7. Le circuit hydraulique 25 peut en outre comporter de façon connue divers autres dispositifs de contrôle et de régulation, manomètres, accumulateurs de pression, etc. Tous les éléments du palier qui ont été décrits ci-dessus sont bien connus et il n'est pas jugé utile de les décrire plus en détail.

Conformément à la présente invention, afin de minimiser le risque de vaporisation de l'eau à l'intérieur du palier, il est prévu, au moins à l'une des extrémités de la douille 2, une chambre d'expansion 35. Deux manières de réaliser la chambre d'expansion 35 sont montrées respectivement dans la partie supérieure et dans la partie inférieure de la figure 5, étant entendu que, dans les deux cas, la chambre d'expansion 35 s'étend circonférentiellement de préférence sur 360°.

Comme montré dans la partie supérieure de la figure 5, la chambre 35 est formée par une paroi 36 qui est située à distance axiale de l'extrémité de la douille 2 et qui s'étend



à partir du carter 8 jusqu'à une faible distance de la chemise 4 en ménageant un espace annulaire 37 de faible dimension radiale.

Comme montré dans la partie inférieure de la figure 5, la douille 2 comporte un prolongement axial 38 qui entoure la chemise 4 avec un faible jeu radial 37, et la chambre d'expansion 35 est constituée par une gorge circulaire 39 formée dans la surface périphérique interne du prolongement 38 (voir aussi la figure 6). A titre de variante, au lieu d'être formée dans le prolongement 38, la gorge circulaire 39 peut être formée dans la chemise 4 comme montré dans la figure 7, ou dans l'arbre 1 si celui-ci est dépourvu de chemise.

Dans tous les cas, la section de passage de l'espace annulaire 37 entre la chemise 4 et la paroi 36 ou le prolongement 38 est plus grande que celle du jeu 3 entre la chemise 4 et la douille 2 afin d'éviter que la paroi 36 ou le prolongement 38 ne se comporte comme un palier, et cette section de passage est calculée pour que la pression de l'eau dans la chambre d'expansion 35 soit plus grande que dans la chambre collectrice adjacente 19.

Dans des conditions normales de fonctionnement, la différence de pression entre la chambre d'expansion 35 et la chambre collectrice adjacente 19 est faible. Par contre, s'il apparaît des conditions anormales de fonctionnement (par exemple une chute de la pression dans la chambre collectrice 19 combinée ou non avec un réchauffement de l'eau, etc..) provoquant la vaporisation redoutée de l'eau, cette vaporisation se produira dans l'espace annulaire 37 et n'entraînera aucune anomalie à l'intérieur du palier, c'est-à-dire dans le jeu 3 entre la chemise 4 et la douille 2, car l'augmentation corrélative de pression sera homogène à l'intérieur de la chambre 35. Cette dernière se comporte en quelque sorte comme un accumulateur de pression jouant le rôle de tampon entre la chambre collectrice 19 et le jeu 3 du palier.

L'intérêt de la disposition représentée dans la partie inférieure de la figure 5 et dans les figures 6 et 7 peut être soit de contrôler avec plus de précision la surpression relative

entre la chambre d'expansion 35 et la chambre collectrice adjacente 19, soit d'homogénéiser les températures arbre-douille et eau-douille en accroissant les surfaces de contact à travers lesquelles se font les échanges de chaleur.

5 Comme montré dans la partie supérieure de la figure 5 et aussi dans la figure 8, la surpression entre la chambre d'expansion 35 et la chambre collectrice adjacente 19 peut être aussi contrôlée par un orifice calibré 40 muni éventuellement d'un clapet représenté schématiquement en 41, qui  
10 s'ouvre comme une soupape de sûreté si la surpression dans la chambre d'expansion 35 devient exagérée, afin d'évacuer un plus grand volume de vapeur dans la chambre collectrice adjacente 19.

15 Afin de mieux contrôler la pression à la sortie du jeu 3, on peut aussi disposer plusieurs chambres d'expansion 35 en série, par exemple en prévoyant une deuxième gorge circulaire 39, soit dans le prolongement 38 comme montré en trait mixte dans la figure 6, soit dans la chemise 4, ou encore en prévoyant une deuxième paroi semblable à la paroi  
20 36 et espacée axialement de celle-ci. Dans le même but, on peut aussi disposer en série une chambre d'expansion 35 formée par une gorge circulaire 39 dans un prolongement 38 de la douille 2 (où la détente suit une loi d'écoulement laminaire dans l'espace 37 entre la chemise 4 et le prolongement 38) et une chambre d'expansion 35 formée par une paroi  
25 36 (où la détente suit une loi d'écoulement turbulent) comme montré dans la figure 8.

30 Il est du reste bien entendu que les formes d'exécution de la présente invention qui ont été décrites ci-dessus ont été données à titre d'exemple purement indicatif et nullement limitatif, et que de nombreuses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art sans pour autant sortir du cadre de la présente invention. C'est ainsi notamment que la  
35 ou les parois 36 peuvent être solidaires de la douille 2 au lieu d'être solidaires du carter 8. De même, au lieu d'être formées dans un prolongement 38 de la douille 2, la ou les gorges circulaires 39 peuvent être formées dans la surface

périphérique intérieure d'un manchon solidaire du carter 8 et entourant la chemise 4 avec un faible jeu. En outre, bien que dans la description qui précède, une ou plusieurs chambres d'expansion 35 sont prévues seulement à l'extrémité droite du jeu 3, il va de soi qu'une ou plusieurs chambres d'expansion peuvent être aussi prévues à l'extrémité gauche du jeu 3 s'il y a un risque de vaporisation du liquide porteur dans la moitié gauche de ce jeu 3. En outre, bien que dans la description qui précède il soit fait plus particulièrement référence à un palier hydrostatique, l'invention est également applicable aux paliers hydrodynamiques qui, quoique moins sensibles aux risques de vaporisation présentés par les paliers hydrostatiques, réagissent en fait de manière strictement analogue. Enfin, l'invention est également applicable aux paliers utilisant tout autre corps à l'état liquide comme fluide porteur, par exemple ammoniac, fréon, sodium liquide, etc...

## R E V E N D I C A T I O N S

=====

1.- Palier à fluide liquide comprenant un élément  
cylindrique interne(1,4) et un élément externe (2) en forme  
de douille entourant avec un faible jeu (3) l'élément cylin-  
drique interne (1,4), l'un (2) des deux éléments comportant en-  
5 treses extrémités plusieurs chambres( $CH_1$  à  $CH_8$ ) qui sont  
régulièrement réparties circonférentiellement dans sa surfa-  
ce périphérique tournée vers l'autre élément (1,4) et qui  
sont pourvues d'orifices d'injection ( $O_1$  à  $O_8$ ) pour un liqui-  
de porteur, un carter de palier (8) avec joints d'étanchéité  
10 (15, 16, 17) formant avec les éléments interne et externe  
(1,4 et 2) des chambres collectrices (18, 19, 20) pour le  
liquide porteur sortant dudit jeu (3) respectivement aux  
extrémités du palier, et un circuit hydraulique (25) pour  
recycler ledit liquide porteur desdites chambres collectrices  
15 (18, 19, 20) à ladite pluralité de chambres ( $CH_1$  à  $CH_8$ ),  
caractérisé en ce qu'il comprend en outre, entre au moins  
l'une des extrémités axiales dudit jeu (3) et la chambre  
collectrice adjacente (19), une chambre d'expansion (35) qui  
communiqua avec ladite chambre collectrice (19) à travers  
20 un faible espace annulaire (37) ayant une section de passage  
plus grande que celle dudit jeu (3) et calculée pour que la  
pression du liquide dans la chambre d'expansion (35) soit plus  
grande que dans la chambre collectrice adjacente (19).

2.- Palier à fluide liquide selon la revendication 1,  
25 caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs chambres d'expan-  
sion (35) en série entre ladite extrémité axiale du jeu (3)  
et la chambre collectrice adjacente (19).

3.- Palier à fluide liquide selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite chambre d'expansion (35) est formée par une paroi (36) qui est située à distance axiale de l'une des extrémités de l'élément externe (2) et qui s'étend à partir dudit carter (8) jusqu'à une faible distance de l'élément interne (1,4).

4.- Palier à fluide liquide selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite paroi (36) comporte un orifice calibré (40) reliant la chambre d'expansion (35) à la chambre collectrice adjacente (19).

5.- Palier à fluide liquide selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une soupape de sûreté (41) est associée audit orifice (40).

6.- Palier à fluide liquide selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit élément externe (2) en forme de douille comporte un prolongement axial (38), et en ce que la chambre d'expansion (35) est constituée par une gorge circulaire (39) formée dans l'une des surfaces périphériques interne et externe respectivement dudit prolongement (38) et de l'élément interne (1,4).

1/2

Fig. 1

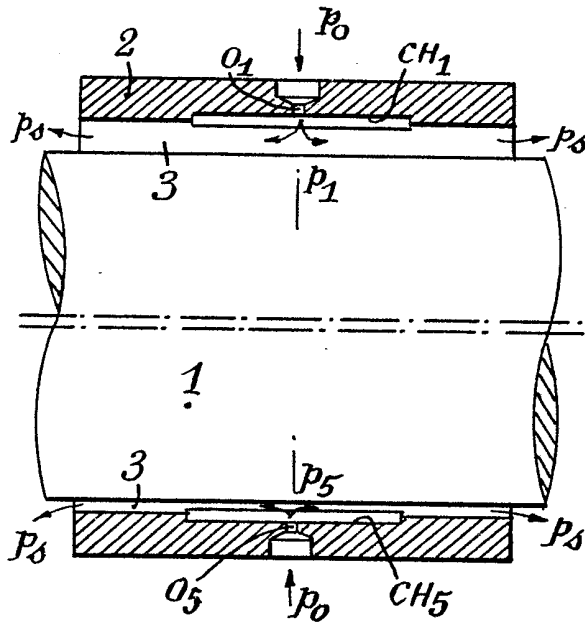


Fig. 2

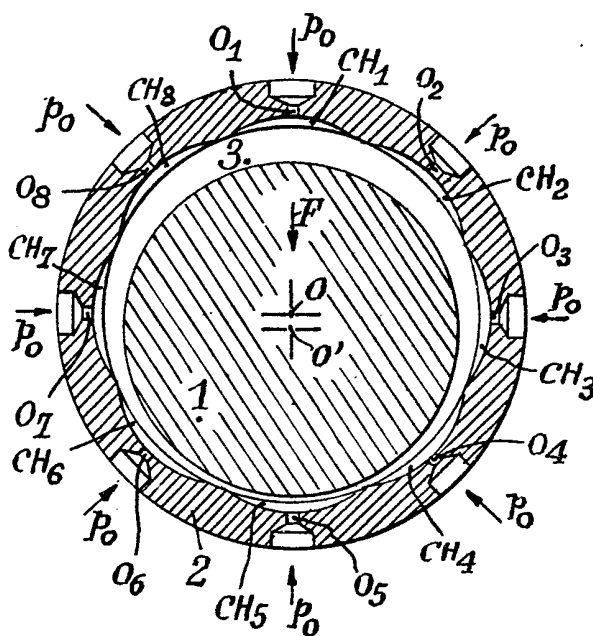


Fig. 3

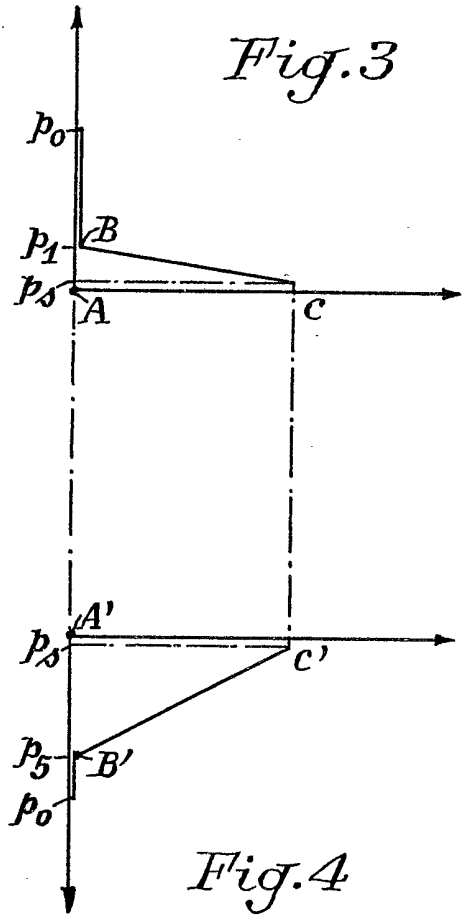
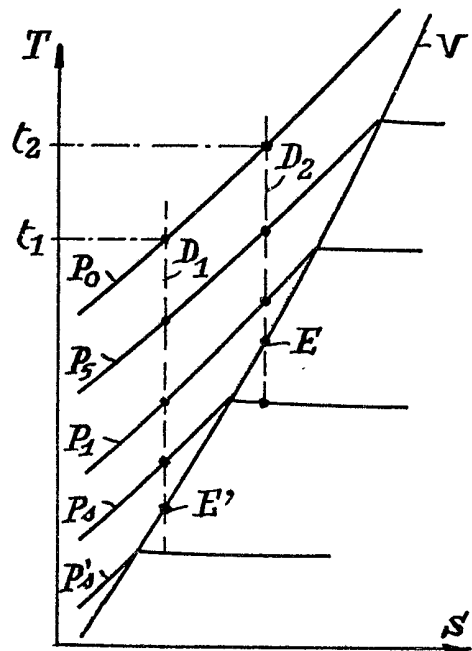


Fig. 4



2/2

Fig. 5

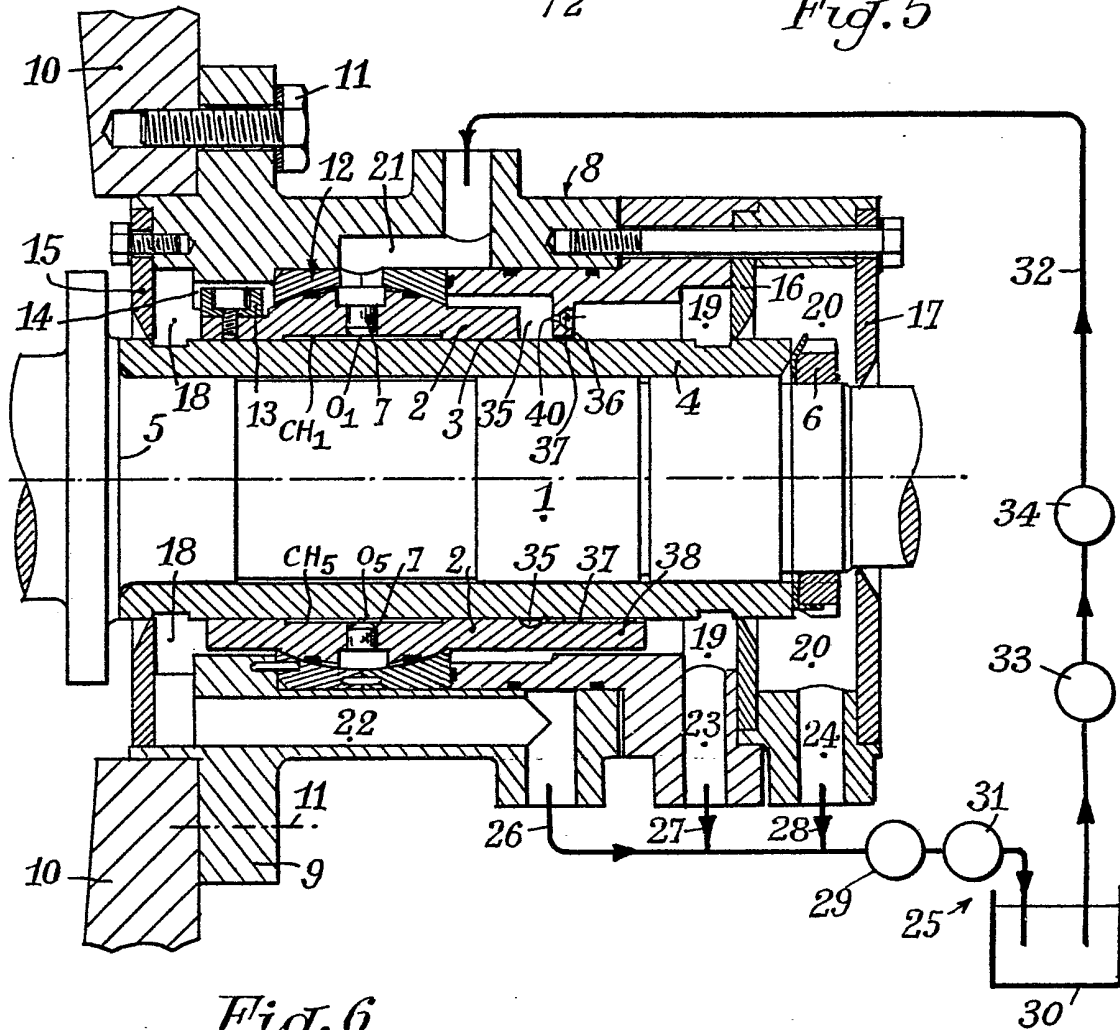


Fig. 6

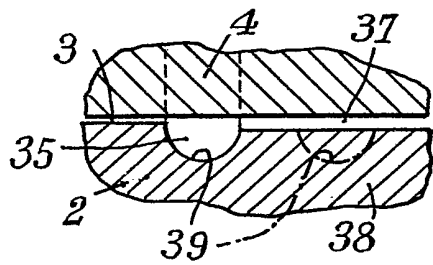


Fig. 7

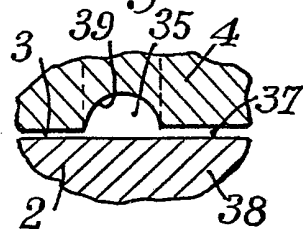


Fig. 8

