

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 703 366 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
27.03.1996 Bulletin 1996/13

(51) Int Cl.⁶: **F04D 29/04, F01D 25/16**

(21) Numéro de dépôt: **95402111.9**

(22) Date de dépôt: **19.09.1995**

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE GB IT LI

(72) Inventeur: **Bolusset, Daniel**
F-71200 Le Creusot (FR)

(30) Priorité: **23.09.1994 FR 9411365**

(74) Mandataire: **Fournier, Michel**
SOSPI
14-16, rue de la Baume
F-75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **FRAMATOME**
F-92400 Courbevoie (FR)

(54) **Machine rotative à poussée axiale**

(57) Une poussée de butée axiale et un couple de travail sont transmis à l'arbre (16) du rotor (4) de cette machine par l'intermédiaire d'une même base de raccordement tubulaire (30) portant sur cet arbre.

Cette invention s'applique notamment aux turbomachines telles qu'un compresseur centrifuge multiétagé.

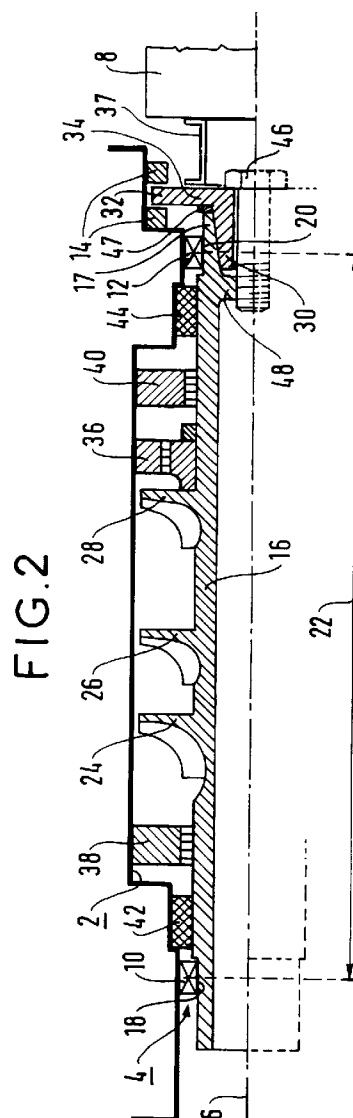


FIG. 2

EP 0 703 366 A1

Description

Les arbres des rotors de turbomachines telles que les turbines à gaz ou à vapeur et les compresseurs centrifuges ou axiaux portent des organes de travail tels que des roues à aubes. Ces organes assurent une transformation entre une énergie thermique présente dans un milieu de travail typiquement gazeux et une énergie mécanique présente sur l'arbre du rotor.

Le rotor d'une telle machine est maintenu en position radiale par des paliers et en position axiale par une butée. Sa liaison en rotation avec d'autres éléments tournants de la machine est assurée par un système d'accouplement transmettant un couple de travail.

Dans le cas de machines industrielles comme celles utilisées dans l'industrie du gaz ou du pétrole, on assiste à une augmentation des puissances spécifiques et des performances. Cette augmentation est liée à celle des vitesses de rotation qui atteignent plusieurs dizaines de milliers de tr/mn. Cette augmentation des vitesses de rotation se heurte au problème des vitesses critiques à traverser qui doivent rester en nombre limité pour assurer l'intégrité du rotor. Un but de la présente invention est de donner une possibilité d'élever la valeur de ces vitesses critiques, et par conséquent, d'assurer plus facilement un fonctionnement à performance élevée.

Dans le cas par exemple d'un compresseur centrifuge multiétage les organes de travail rotoriques assurant la compression sont des roues à aubes. L'arbre qui les porte est supporté par des paliers qui apportent les caractéristiques dynamiques de raideur et d'amortissement nécessaires à assurer sa stabilité en rotation. Deux types de paliers sont utilisés : les paliers hydrodynamiques à huile et les paliers magnétiques actifs.

Les gaz comprimés sont souvent dangereux et doivent être confinés à l'intérieur de l'enveloppe du compresseur. Pour ce faire, une garniture d'étanchéité est interposée à chaque traversée de cette enveloppe par l'arbre. Plusieurs types sont utilisables suivant les applications : bagues à huile, garnitures mécaniques à huile et maintenant, garnitures sèches.

La poussée axiale engendrée par la compression est, en partie, compensée par un piston d'équilibrage ; la poussée résiduelle est équilibrée par celle d'une butée axiale, soit à patins lubrifiés à l'huile, soit magnétique.

Il est à noter que, bien qu'apportant des avantages indéniables par ailleurs, les composants "secs" (garnitures sèches et paliers magnétiques) apparus récemment sur le marché conduisent à réaliser des rotors plus longs et plus flexibles que précédemment et ayant une masse et un encombrement plus importants.

Dans le cas notamment d'une utilisation de ces composants secs, l'accroissement de la vitesse de rotation peut être autorisé par une augmentation de la rigidité globale du rotor par rapport à sa masse. Un moyen bien connu pour atteindre cet objectif consiste à utiliser un arbre de rotor de plus grand diamètre. Mais ce moyen apparaît de manière générale comme coûteux.

La présente invention a aussi pour but de permettre de réaliser de manière simple et peu coûteuse un rotor apte à subir des poussées axiales importantes tout en tournant à grande vitesse et en transmettant des couples importants.

Elle a pour objet une machine rotative à poussée axiale, cette machine étant caractérisée par le fait qu'une butée tournante et une paroi d'accouplement sont fixées à l'arbre de son rotor par l'intermédiaire d'une même base de raccordement de forme tubulaire portant coaxialement sur cet arbre pour transmettre à cet arbre à la fois une poussée de butée axiale et un couple de travail.

Il apparaît que cette invention propose une intégration au moins partielle des pièces rotoriques assurant la fonction d'une butée axiale et celle d'un plateau d'accouplement transmettant le couple de travail. Cette intégration permet de diminuer les masses en porte à faux qui, par leurs effets gyroscopiques notamment, affectent la stabilité dynamique du rotor et réduisent ainsi la plage des vitesses de rotation de la machine.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire plus particulièrement ci-après, à titre d'exemple non limitatif, comment la présente invention peut être mise en oeuvre.

La figure 1 représente une vue en demie coupe axiale d'un compresseur connu.

La figure 2 représente une vue en demie coupe axiale d'un compresseur selon cette invention.

On va tout d'abord décrire des dispositions qui sont communes à ces deux compresseurs, ceci en se référant à ces deux figures à la fois, les éléments portant des numéros de référence supérieurs à 50 appartenant au compresseur connu de la figure 1, ceux portant des numéros de référence inférieurs à 50 appartenant au compresseur de la figure 2 réalisé selon cette invention. De manière générale, lorsque deux éléments de ces deux compresseurs assurent la même fonction, leurs numéros de référence présentent une différence égale à 50.

Selon ces dispositions communes chacun de ces compresseurs comporte les éléments essentiels suivants :

- Un stator 52 ou 2.
- Un rotor 54 ou 4 tournant autour d'un axe sensiblement horizontal 56 ou 6 pour effectuer, sur un milieu de travail fluide, un travail tel que ce rotor reçoit de ce milieu à la fois un couple et une poussée axiale. Dans le cas du rotor d'un compresseur centrifuge multiétage agissant sur un milieu de travail gazeux le couple reçu de ce milieu est un couple résistant. Mais un tel couple peut aussi être moteur, par exemple dans le cas du rotor d'une turbine à gaz.
- Enfin un organe d'équilibrage de couple 58 ou 8 tournant comme ce rotor et lui appliquant un couple de travail équilibrant le couple que ce rotor reçoit du milieu de travail. Ce couple de travail est moteur ou

résistant selon que le couple reçu du milieu de travail est résistant ou moteur, l'organe d'équilibrage étant alors un moteur ou un organe entraîné, respectivement.

Le stator comporte au moins :

- deux paliers 60 et 62, ou 10 et 12, pour supporter le rotor,
- et une pièce statorique de butée axiale 64 ou 14 pour maintenir axialement ce rotor en lui appliquant une poussée de butée axiale.

Le rotor comporte au moins les éléments suivants :

- Un arbre 66 ou 16 s'étendant selon l'axe 56 ou 6.
- Deux portées de paliers 68 et 70 ou 18, et 20 formées sur cet arbre et coopérant respectivement avec les deux paliers 60 et 62 ou 10 et 12 pour supporter cet arbre. Ces deux portées de paliers définissent entre elles sur cet arbre un segment de travail 72 ou 22.
- Des organes de travail 74, 76 et 78 ou 24, 26, et 28 montés sur cet arbre dans ce segment de travail pour effectuer ledit travail lorsque ce rotor est en rotation. Leur nombre est variable et fonction des performances demandées.
- Un ensemble rotorique de butée axiale 80 et 82 ou 30 et 32 comportant d'une part une base de raccordement de butée de forme tubulaire 80 ou 30 portant coaxialement sur cet arbre à l'extérieur de ce segment de travail, d'autre part une butée tournante présentant une partie périphérique 82 ou 32 formant saillie radiale sur cet arbre et sur cette base de raccordement de butée. Cette butée tournante coopère avec la pièce statorique de butée axiale pour transmettre la poussée de butée axiale à cet arbre par l'intermédiaire de cette base de raccordement de butée.
- Enfin un ensemble rotorique d'accouplement 81 et 84 ou 30 et 34 comportant d'une part une base de raccordement d'accouplement 81 ou 30 de forme tubulaire portant coaxialement sur cet arbre à l'extérieur dudit segment de travail, d'autre part une paroi d'accouplement 84 ou 34 formant saillie radiale sur cet arbre et sur cette base de raccordement d'accouplement. Cette paroi d'accouplement est accouplée à l'organe d'équilibrage de couple 58 ou 8 pour transmettre le couple de travail à cet arbre par l'intermédiaire de cette base de raccordement d'accouplement.

La butée tournante et la paroi d'accouplement pré-

sentent typiquement les formes respectives d'un disque de butée et d'un plateau d'accouplement. Leurs bases de raccordement sont montées à l'extérieur du segment de travail pour limiter la portée de l'arbre et les masses supportées par celui-ci entre les paliers. Le palier 62 ou 12 le plus proche du plateau d'accouplement sera dit ci-après "palier avant".

L'organe d'équilibrage de couple transmet le couple de travail au plateau d'accouplement par l'intermédiaire d'un système d'accouplement flexible 87 ou 37 permettant des déglissages en rotation entre l'arbre du rotor et celui de l'organe d'équilibrage de couple tout en découplant les vibrations de flexion des deux arbres.

Dans le cas donné en exemple d'un compresseur centrifuge multiétagé les organes de travail du rotor sont des roues à aubes telles que 24, 26 et 28. Le stator comporte alors lui aussi des organes de travail constitués par des couronnes à aubes fixes non représentées coopérant avec ces roues à aubes. Quant au rotor il comporte en outre classiquement :

- un piston d'équilibrage 86 ou 36 monté sur l'arbre au voisinage des roues pour équilibrer une partie de la poussée axiale reçue du gaz de travail, ces roues et ce piston constituant un ensemble central,
- deux labyrinthes 88 et 90 ou 38 et 40 montés sur l'arbre dans le segment de travail de part et d'autre de cet ensemble central pour limiter les déplacements du gaz de travail vers les paliers,
- et deux garnitures d'étanchéité 92 et 94 ou 42 et 44 montées sur l'arbre respectivement entre ces deux labyrinthes et les deux paliers 60 et 62 ou 10 et 12 pour empêcher des fuites du gaz de travail.

Dans la machine connue représentée à la figure 1 le disque de butée 82 est monté près du palier arrière 60 pour limiter la longueur de porte à faux de l'arbre au-delà du palier avant.

Selon la présente invention les bases de raccordement de butée axiale et d'accouplement sont une seule et même base de raccordement 30.

Cette intégration des deux bases de raccordement précédemment utilisées en une seule permet de limiter la masse totale supportée par l'arbre en porte à faux au delà des paliers. Elle supprime tout porte à faux gênant au delà du palier arrière.

De préférence les ensembles rotoriques de butée axiale et d'accouplement sont constitués par une seule et même pièce de transmission 30, 32, 34 comportant la base de raccordement 30. Cette base se raccorde au bord intérieur d'un disque de transmission 32, 34 de forme annulaire. Une partie centrale 34 de ce disque de transmission constitue la paroi d'accouplement, une partie périphérique 32 de ce disque de transmission constituant la butée tournante.

La base de raccordement pourrait être montée

autour de l'arbre. Cependant, de préférence, selon l'invention, l'arbre 16 est creux au moins au voisinage de son extrémité avant 17 et la base de raccordement 30 est fixée contre la surface intérieure de cet arbre au voisinage de cette extrémité. La butée tournante 32 et la paroi d'accouplement s'étendent radialement et sont alors situées axialement en avant de cette extrémité avant.

La surface de portée sur l'arbre de la base de raccordement 30 peut être conique, comme représenté, ou cylindrique. Elle est montée par emmanchement hydraulique ou à chaud, pratiquement à l'intérieur de la portée du palier avant.

Elle est bloquée axialement par une vis axiale 46 s'étendant dans la base de raccordement 30 et se visant dans un épaulement interne 48 de l'arbre 6. Des cales de réglage 47 permettent de définir avec précision la position longitudinale de la base de raccordement 30.

Revendications

1) Machine rotative à poussée axiale, cette machine étant caractérisée par le fait qu'une butée tournante (32) et une paroi d'accouplement (34) sont fixées à l'arbre (16) de son rotor (4) par l'intermédiaire d'une même base de raccordement (30) de forme tubulaire portant coaxialement sur cet arbre pour transmettre à cet arbre à la fois une poussée de butée axiale et un couple de travail.

2) Machine selon la revendication 1, cette machine comportant :

- un stator (2)
- un rotor (4) tournant autour d'un axe sensiblement horizontal (6) pour effectuer sur un milieu de travail un travail tel que ce rotor reçoit de ce milieu à la fois un couple et une poussée axiale,
- et un organe d'équilibrage de couple (8) tournant comme ce rotor et lui appliquant un couple de travail équilibrant ledit couple que ce rotor reçoit du milieu de travail,

ce stator comportant au moins :

- deux paliers (10, 12) pour supporter le rotor,
- et une pièce statorique de butée axiale (14) pour maintenir axialement ce rotor en lui appliquant une poussée de butée axiale,

ce rotor comportant au moins :

- un arbre (16) s'étendant selon ledit axe,

- deux portées de paliers (18, 20) formées sur cet arbre et coopérant respectivement avec les deux dits paliers (10, 12) pour supporter cet arbre, ces deux portées de palier définissant entre elles sur cet arbre un segment de travail (22),
- des organes de travail (24, 26, 28) montés sur cet arbre dans ce segment de travail pour effectuer ledit travail lorsque ce rotor est en rotation,
- un ensemble rotorique de butée axiale (30, 32) comportant d'une part une base de raccordement de butée de forme tubulaire (30) portant coaxialement sur cet arbre à l'extérieur de ce segment de travail, d'autre part une butée tournante présentant une partie périphérique (32) formant saillie radiale sur cet arbre et sur cette base de raccordement de butée, cette butée tournante coopérant avec ladite pièce statorique de butée axiale pour transmettre ladite poussée de butée axiale à cet arbre par l'intermédiaire de cette base de raccordement de butée,
- et un ensemble rotorique d'accouplement (30, 34) comportant d'une part une base de raccordement d'accouplement (30) de forme tubulaire portant coaxialement sur cet arbre à l'extérieur dudit segment de travail, d'autre part une paroi d'accouplement (34) formant saillie radiale sur cet arbre et sur cette base de raccordement d'accouplement, cette paroi d'accouplement étant accouplée audit organe d'équilibrage de couple (8) pour transmettre ledit couple de travail à cet arbre par l'intermédiaire de cette base de raccordement d'accouplement,

cette machine étant caractérisée par le fait que lesdites bases de raccordement de butée axiale et d'accouplement sont une seule et même base de raccordement (30).

3) Machine selon la revendication 2 caractérisée par le fait que lesdits ensembles rotoriques de butée axiale et d'accouplement sont constitués par une seule et même pièce de transmission (30, 32, 34) comportant ladite base de raccordement (30), cette base se raccordant au bord intérieur d'un disque de transmission (32, 34) de forme annulaire, une partie centrale (34) de ce disque de transmission constituant ladite paroi d'accouplement, une partie périphérique (32) de ce disque de transmission constituant ladite butée tournante.

4) Machine selon la revendication 2, cette machine étant caractérisée par le fait que ledit arbre (16) est creux au moins au voisinage de l'une de ses extrémités constituant une extrémité avant (17), ladite

base de raccordement (30) étant fixée contre la surface intérieure de cet arbre au voisinage de cette extrémité avant, lesdites butée tournante (32) et paroi d'accouplement s'étendant radialement et étant situées axialement en avant de cette extrémité avant.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

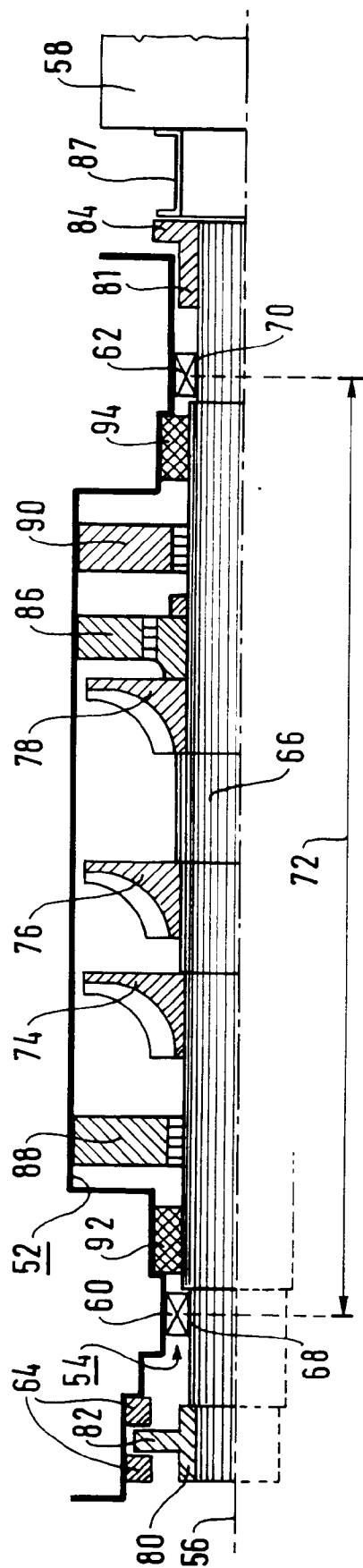
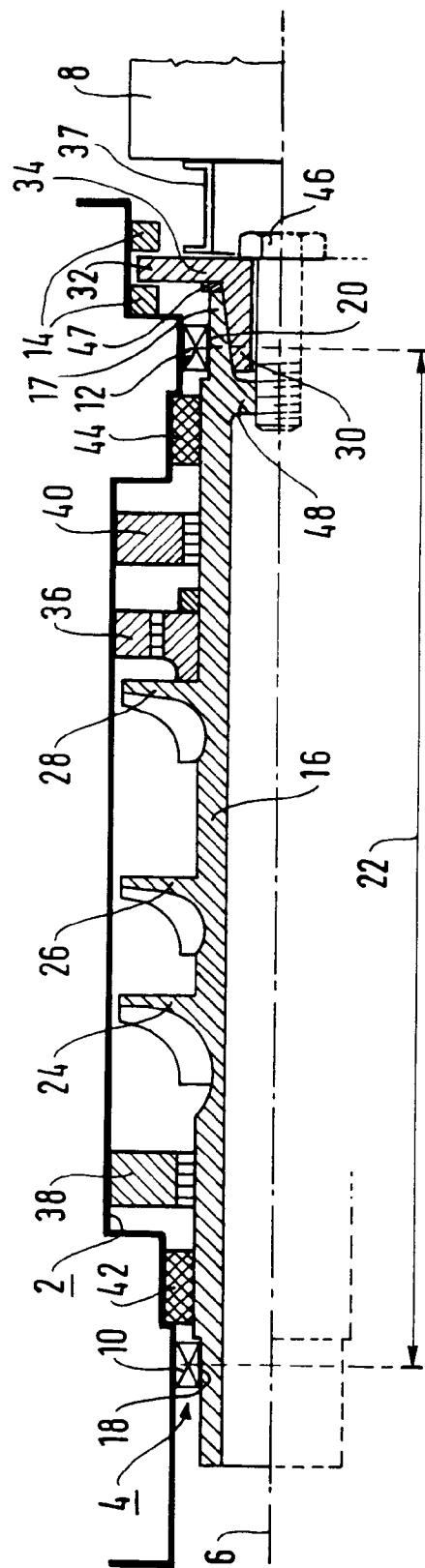


FIG.2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 2111

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.6)
X	DE-A-32 14 030 (KLEIN, SCHANZLIN & BECKER AG) * page 6, ligne 6 - page 6, ligne 12; figure 2 *	1	F04D29/04 F01D25/16
A	US-A-1 789 329 (E. WOLF) * page 1, ligne 99 - page 2, ligne 29; figure 4 *	1-4	
A	GB-A-595 669 (POWER JETS) * page 6, ligne 47 - page 6, ligne 99; figure 2 *	1-4	
X	US-A-4 234 290 (LOBACH) * figure 2, (ref.signs 64,66,54,70) *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F04D F01D F16D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14 Novembre 1995	Examineur Vermeesch, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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 & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.92 (POMC02)