

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 632 011

②1 N° d'enregistrement national :

88 07161

⑤1 Int Cl⁴ : F 01 D 25/00.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 mai 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 48 du 1^{er} décembre 1989.

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

⑦1 Demandeur(s) : PROIZVODSTVENNOE OBEDINENIE
TURBOSTROENIA « LENINGRADSKY METALLICHESKY
ZAVOD » — SU.

⑦2 Inventeur(s) : Lev Leonidovich Dunaev ; Vladimir Ivano-
vich Rasskazov ; Viktor Egorovich Ukhonov.

⑦3 Titulaire(s) :

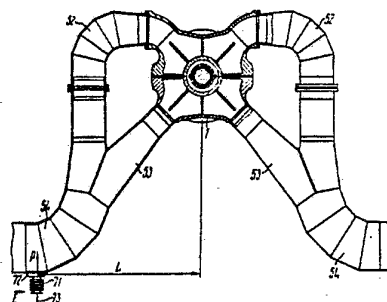
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Weinstein.

⑤4 Procédé de compensation du couple de réaction d'un cylindre d'une machine à turbine.

⑤7 L'invention concerne un procédé de compensation du
couple de réaction du cylindre d'une machine à turbine.

Selon l'invention, on applique au corps 1 du cylindre, au
moins une force dans un plan perpendiculaire à l'axe du
cylindre pour créer un couple moteur orienté à la rencontre du
couple de réaction; la force appliquée au corps 1 du cylindre
est créée par la pression d'un fluide moteur qui varie approxi-
mativement proportionnellement à la puissance du cylindre; le
couple moteur engendré par cette force est égal au couple de
réaction à tous les régimes de fonctionnement du cylindre.

L'invention s'applique notamment à la construction des
turbines.



FR 2 632 011 - A1

La présente invention concerne le domaine de la construction des turbines et a notamment pour objet un procédé de compensation du couple de réaction d'un cylindre d'une machine à turbine.

5 Il est très avantageux d'appliquer la présente invention dans un cylindre haute pression et un cylindre pression moyenne d'une puissante turbine à vapeur.

10 A l'heure actuelle, les besoins croissants en énergie électrique consommée par l'industrie ont nécessité de créer de puissantes et économiques turbines à vapeur pour l'entraînement des génératrices.

15 Une puissante turbine à vapeur comprend plusieurs étages. Un certain nombre d'étages de la turbine, disposés dans un corps, forment un cylindre dont la partie d'écoulement est formée par ces étages de turbine. En fonction des paramètres de la vapeur circulant à travers la partie d'écoulement du cylindre, ce cylindre est nommé "cylindre haute pression" ou "cylindre pression moyenne" ou "cylindre basse pression".

20 A l'augmentation de la puissance de la turbine, les dimensions géométriques, le poids du corps, le couple moteur et par conséquent le couple de réaction qui lui est égal et orienté en sens opposé, engendré dans chaque aubage directeur d'un étage de turbine et agissant sur les corps des cylindres augmentent également. Il convient de noter
25 que l'augmentation du couple moteur est sensiblement supérieure à celle des dimensions géométriques et du poids des corps des cylindres.

30 Chacun des corps de cylindre est monté sur quatre appuis liés au fondement et limitant le déplacement du corps en direction verticale. Au moins deux des appuis disposés essentiellement symétriquement par rapport à l'axe longitudinal limitent le déplacement du corps du cylindre en direction axiale. Pour prévenir le déplacement du corps
35 du cylindre dans le plan horizontal, dans l'une des directions perpendiculaires à l'axe longitudinal du cylindre, est prévu, sur chaque face en bout du corps du cylindre, au moins un appui disposé dans le plan vertical, passant

par l'axe longitudinal du cylindre.

Des réactions sont engendrées sous l'action du poids du corps du cylindre dans les quatre appuis qui limitent son déplacement vertical. La résultante des réactions d'une paire d'appuis se trouvant d'un côté de l'axe longitudinal est égale à la résultante des réactions de l'autre paire d'appuis. Le couple de réaction agissant sur le corps du cylindre provoque une nouvelle répartition des réactions des appuis et en conséquence la valeur de la résultante des réactions d'une paire d'appuis se trouvant d'un côté de l'axe longitudinal diffère de la valeur de la résultante des réactions de l'autre paire d'appuis. La différence des valeurs des résultantes des réactions des appuis dépassant le poids du corps du cylindre provoque une situation de panne et, en particulier, une séparation du corps du cylindre et des appuis. Si la différence des valeurs des résultantes des réactions dépasse de 10 à 15% le poids du corps, le déplacement du corps du cylindre sous l'action de la dilatation thermique provoque la formation de forces de frottement, dont les valeurs varient dans les appuis. La valeur de la résultante des forces de frottement d'une paire d'appuis se trouvant d'un côté de l'axe longitudinal diffère de celle de la résultante des forces de frottement de l'autre paire d'appuis. En s'additionnant, ces résultantes des forces de frottement provoquent la formation, dans les paires d'appuis, d'une force qui tend à déplacer le corps du cylindre dans le plan horizontal, dans une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du cylindre, et d'un couple qui tend à faire tourner le corps du cylindre dans le plan horizontal. En agissant sur le corps du cylindre, la force ci-dessus mentionnée provoque son déplacement dans les limites des jeux dans les appuis des corps des cylindres disposés dans le plan vertical. Ensuite, en continuant à agir sur les appuis, la force provoque leur déformation et une usure superficielle. Ce dernier inconvénient conditionne le déplacement du corps du cylindre par rapport à l'arbre en provoquant ainsi la

variation des jeux radiaux du cylindre. Cela aboutit à la diminution des performances économiques du cylindre. Le couple mentionné provoque, en agissant tout d'abord sur le corps du cylindre, son déplacement dans les limites des jeux dans les appuis disposés dans le plan horizontal et limitant le déplacement du corps du cylindre en direction axiale et continue à agir sur les appuis en créant, dans ceux-ci, une force importante de frottement à la suite du déplacement du corps du cylindre sous l'action de sa dilatation thermique. La force importante de frottement provoque la déformation des appuis du corps du cylindre et leur usure superficielle. Ce dernier inconvénient provoque le déplacement du corps du cylindre par rapport à l'arbre en conditionnant un changement des jeux axiaux du cylindre. Cela aboutit à une encore plus grande diminution des performances économiques du cylindre.

La tendance à l'augmentation de la puissance des machines à turbine a abouti à la création d'un procédé de compensation du couple de réaction d'un cylindre d'une machine à turbine ("Turbines à vapeur" par A.V. Scheglyayev, (Moscou) Energia, 1976, page 267, figures 3-2).

Le procédé connu consiste à appliquer, au corps d'un cylindre, au moins une force dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre, qui crée un couple moteur orienté à la rencontre du couple de réaction. La force appliquée est créée par l'effort d'un ressort comprimé au préalable. L'effort du ressort reste constant à tous les régimes de fonctionnement du cylindre. C'est pourquoi le couple moteur créé par ce ressort reste également constant à tous les régimes de fonctionnement du cylindre. A l'utilisation de la machine à turbine, sa puissance varie de zéro à la valeur maximale, et le couple de réaction varie également de zéro à la valeur maximale. Dans le cas où l'on choisit un ressort avec un effort tel que le couple moteur créé par cet effort soit égal au couple maximal de réaction pendant le fonctionnement du cylindre en régime de puissance maximale, le couple de réaction se trouve totalement compensé. Toutefois, pendant le fonctionnement du cylindre en régime de

5 marche à vide et à de petites charges, le couple de réaction est voisin de zéro, et le couple moteur appliqué au corps du cylindre reste égal au couple maximal de réaction. Cela aboutit à ce que des charges égales à celles provoquées par l'action du couple maximal de réaction agissent sur les appuis du corps du cylindre.

10 En partant des faits ci-dessus mentionnés, on comprend qu'il est nécessaire de choisir un ressort avec un effort tel que le couple moteur, créé par cet effort, soit égal à 50% du couple maximal de réaction. Pendant l'utilisation du cylindre en régime de puissance maximale, le couple de réaction est alors compensé à 50%, à l'utilisation du cylindre au régime de 50% de puissance, le couple de réaction est totalement compensé et à l'utilisation du cylindre en régime de marche à vide et aux petites charges, son corps subit une action du couple moteur égale à 50% du couple maximal de réaction. Il en résulte donc que le procédé connu ne permet de compenser que 50% du couple maximal de réaction agissant sur le corps du cylindre.

20 L'application du procédé connu permet d'augmenter de deux fois la puissance du cylindre, en conservant l'encombrement et le poids du corps ainsi que la valeur de la différence des résultantes des réactions des paires d'appuis disposés des différents côtés par rapport à l'axe longitudinal du cylindre.

25 On s'est donc proposé de mettre au point un procédé de compensation du couple de réaction d'un cylindre d'une machine à turbine qui permettrait d'augmenter, de trois fois et plus, pour un même encombrement et un même poids du cylindre, la puissance de ce dernier grâce à la création d'une force appliquée au corps du cylindre et créant un couple moteur, assurant la compensation totale du couple de réaction du cylindre à tous les régimes de son utilisation.

35 Le problème ainsi posé est résolu à l'aide d'un procédé de compensation du couple de réaction du cylindre d'une machine à turbine consistant à appliquer, au corps

du cylindre, au moins une force dans un plan perpendiculaire à son axe, créant un couple moteur orienté à la rencontre du couple de réaction et, selon l'invention, on crée la force à appliquer au corps du cylindre par la pression d'un fluide moteur qui varie approximativement proportionnellement à la puissance du cylindre de façon que ce couple moteur soit égal au couple de réaction à tous les régimes d'utilisation du cylindre.

Ce mode de réalisation du procédé assure, à n'importe quel régime d'utilisation du cylindre, l'égalité du couple moteur appliqué au corps et du couple de réaction. La force, créant le couple moteur, est elle même créée par la pression du fluide moteur qui varie proportionnellement à la puissance du cylindre. Il s'ensuit que la force et le couple moteur qu'elle crée sont proportionnels à la puissance du cylindre. On sait que le couple de réaction est également proportionnel à la puissance du cylindre, en conséquence, le couple moteur est proportionnel au couple de réaction. On assure l'égalité du couple moteur au couple de réaction en changeant la force appliquée au corps du cylindre ainsi que le bras sur lequel agit cette force. Quant à la force, on la change en changeant la surface sur laquelle agit la pression du fluide moteur. Le couple de réaction, engendré dans la partie d'écoulement du cylindre pendant que le courant du fluide moteur traverse cette partie, et transmis au corps par les éléments des aubages directeurs de la partie d'écoulement du cylindre, est totalement compensé par le couple moteur appliqué au corps du cylindre. En conséquence, seules des réactions sont engendrées par le poids du cylindre dans les quatre appuis de son corps, disposés dans le plan horizontal et limitant son déplacement vertical. Ainsi, la résultante des réactions d'une paire d'appuis se trouvant d'un côté de l'axe longitudinal du cylindre est égale à la résultante des réactions de l'autre paire d'appuis. L'égalité des résultantes des paires d'appuis conduit à ce que la résultante des forces dues au frottement et le couple résultant des forces dues au frottement soient égaux à zéro.

Il est avantageux que la force appliquée au corps du cylindre soit créée par la pression du fluide moteur dans la partie d'écoulement du cylindre.

5 Cela est obtenu grâce au fait que la variation de la pression du fluide moteur dans la partie d'écoulement du cylindre, proportionnelle à sa puissance, est conservée non seulement aux régimes stables de son utilisation mais également aux régimes transitoires, par exemple, lors de la mise au repos de la machine à turbine, ou bien lors du
10 régime de prise de puissance.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre d'un mode de réalisation donné uniquement à titre d'exemple non
15 limitatif avec référence aux dessins non limitatifs annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, d'une manière schématique, un cylindre haute pression, en coupe longitudinale passant par l'axe du cylindre ;
- 20 - la figure 2 est une vue faite suivant la flèche A sur la figure 1, à échelle réduite ;
- la figure 3 est une vue en coupe faite suivant la ligne III-III sur la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en coupe faite suivant la flèche B sur la figure 1, à échelle réduite ;
- 25 - la figure 5 est une vue faite suivant la flèche C sur la figure 2, à échelle réduite ;
- la figure 6 est une vue faite suivant la flèche D sur la figure 2 ; et
- 30 - la figure 7 est une vue faite suivant la flèche E sur la figure 3, à échelle agrandie.

Le procédé de compensation du couple de réaction, selon l'invention, sera examiné dans le cas du cylindre haute pression, à deux courants, d'une machine à turbine de
35 1000 MW.

Le cylindre haute pression comporte un corps 1 (figure 1) à l'intérieur duquel sont disposés une partie de l'arbre 2 et les étages à turbine formant la partie

d'écoulement du cylindre. Les étages de la turbine sont disposés d'une manière symétrique par rapport à l'axe de l'amenée de vapeur et sont au nombre de cinq étages 3 à 7, de chaque côté.

5 Le corps 1 renferme un corps creux 8, pourvu de brides 9, dont la cavité 10 est reliée aux conduites 11 d'amenée de vapeur (figure 2). Un dispositif de dédoublement 12 du courant est placé dans la cavité 10 pour former deux courants de vapeur. Deux garnitures d'étanchéité 13
10 et deux garnitures d'étanchéité 14, fixées sur le corps 1, sont prévues pour prévenir les fuites de vapeur de la partie d'écoulement du cylindre vers l'atmosphère. Le premier étage 3 comprend un aubage directeur 15 et des aubes mobiles 16 qui sont fixées sur l'arbre 2 et disposées en aval
15 de l'aubage directeur 15, en regardant dans la direction du courant de vapeur. L'aubage directeur 15 est constitué d'aubes directrices 17 dont chacune est fixée par une extrémité dans une jante 18, rendue solidaire de la bride 9 du corps 8, et par son autre extrémité, dans un corps 19,
20 assemblé rigidement au dispositif de dédoublement 12 du courant.

 Le deuxième étage 4 comprend un aubage directeur 20 et des aubes mobiles 21, qui sont fixées sur l'arbre 2 et disposées en aval de l'aubage directeur, si l'on regarde
25 dans la direction du courant de vapeur. L'aubage directeur 20 est constitué d'aubes directrices 22 dont chacune est fixée, par une extrémité, dans une jante 23, rendue solidaire d'une bride 24 du corps 8 et par l'autre extrémité, dans un corps 25 emboîtant l'arbre 2.

30 Le troisième étage 5 comporte un aubage directeur 26 et des aubes mobiles 27, qui sont fixées sur l'arbre 2 et disposées par rapport à l'aubage directeur d'une manière analogue au cas décrit ci-dessus. L'aubage directeur 26 est constitué d'aubes directrices 28 dont chacune est fixée,
35 par une extrémité, sur une jante 29 rendue solidaire d'une bague 30 fixée dans le corps 1, et par l'autre extrémité, dans un corps 31, emboîtant l'arbre 2.

Le quatrième étage 6 comporte un aubage directeur 32 et des aubes mobiles 33, qui sont fixées sur l'arbre 2 et disposées par rapport à l'aubage directeur d'une façon analogue au cas ci-dessus décrit. L'aubage directeur 32 est constitué d'aubes directrices 34 dont chacune est fixée, par une extrémité, dans une jante 35 rendue solidaire d'une bague 36, fixée dans le corps 1, et par l'autre extrémité, dans un corps 37 emboîtant l'arbre 2.

Le cinquième étage 7 comporte un aubage directeur 38 et des aubes mobiles 39, qui sont fixées sur l'arbre 2 et disposées en aval de l'aubage directeur. L'aubage 38 est constitué par des aubes directrices 40, dont chacune est fixée, par une extrémité, dans une jante 41, qui est rendue solidaire d'une bague, fixée dans le corps 1 et par l'autre extrémité, dans un corps 43, emboîtant l'arbre 2. Le corps 8 est fixé dans le corps 1 au moyen de deux éléments porteurs 44. Pour le chauffage préalable de l'eau d'alimentation, le corps 1 du cylindre est muni d'une tubulure 45 servant à prélever la vapeur de deux cavités annulaires 46 dont chacune est liée à la partie d'écoulement du deuxième étage 4, de deux tubulures 47 pour le prélèvement de la vapeur de deux cavités annulaires 48, dont chacune est reliée à la partie d'écoulement du troisième étage 5, et de deux tubulures 49 destinées au prélèvement de la vapeur de deux cavités annulaires 50 dont chacune est reliée à la partie d'écoulement du quatrième étage 6. Par l'intermédiaire d'une ouverture 51, pratiquée dans l'élément porteur 44, chacune des cavités annulaires 46 est mise en communication avec le creux de la tubulure 45. Quatre tubulures 52 et quatre tubulures 53 sont prévues sur le corps 1 (figure 2) pour l'évacuation de la vapeur d'échappement du cylindre haute pression, par exemple vers un séparateur-surchauffeur (non représenté sur la figure). Les tubulures 52 et 53 de chaque paire sont reliées entre elles de façon à former quatre conduites 54 (figure 3). Une rainure 55, disposée dans le plan vertical passant par l'axe longitudinal du cylindre, est pratiquée sur chaque face en bout du corps 1 du cylindre

(figure 1) pour empêcher celui-ci de se déplacer dans le plan horizontal, dans une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal du cylindre. L'arbre 2 est monté dans des paliers lisses, dont chacun est logé dans une cage 56, sur laquelle est fixée une plaque 57 à laquelle est fixé un tenon 58 (figure 4) s'engageant dans une rainure 55. Quatre appuis en forme de patte 59 à 62 sont prévus sur le corps 1 (figure 2) du cylindre pour l'empêcher de se déplacer en sens vertical. Ces appuis reposent librement sur des montants 63 à 66 qui sont fixés sur le fondement de la machine à turbine. De plus, les pattes 59 et 60 limitent le déplacement du corps du cylindre en sens axial. Pour prévenir le déplacement du corps 1 en direction axiale, une rainure 67 est prévue dans la patte 59 (figure 5) et une rainure 68 (figure 6) est prévue dans la patte 60 (figure 2). L'axe longitudinal de chacune des rainures 67 et 68 est perpendiculaire à l'axe longitudinal du cylindre. Un tenon 69, prévu sur le montant 63 (figure 5), s'engage dans la rainure 67. Un tenon 70, prévu sur le montant 64 (figure 6), s'engage dans la rainure 68. Le cylindre haute pression est muni de deux dispositifs destinés à compenser son couple de réaction. Chaque dispositif est réalisé en forme de soufflet 71 (figure 7) dont une extrémité est fixée par l'intermédiaire d'un appui 72 sur la tubulure 54 (figure 3) et dont l'autre extrémité est fixée à une poutre 73 de la structure portante de la machine à turbine. La cavité du soufflet 71 est mise en communication avec la cavité annulaire 50 par l'intermédiaire d'un raccord 74, d'une conduite 75 et d'un raccord 76 (figure 1).

Pendant l'utilisation du cylindre haute pression, par exemple, en régime nominal, de la vapeur à une pression de 60 bars parvient, par deux conduites d'amenée 11 (figure 2) dans la cavité 10 (figure 1) du corps 8. En coopérant avec le dispositif du dédoublement 12, le courant de vapeur se trouve divisé en deux courants dont chacun circule à travers les canaux d'écoulement des étages de turbine 3 à 7, transformant l'énergie de pression en énergie

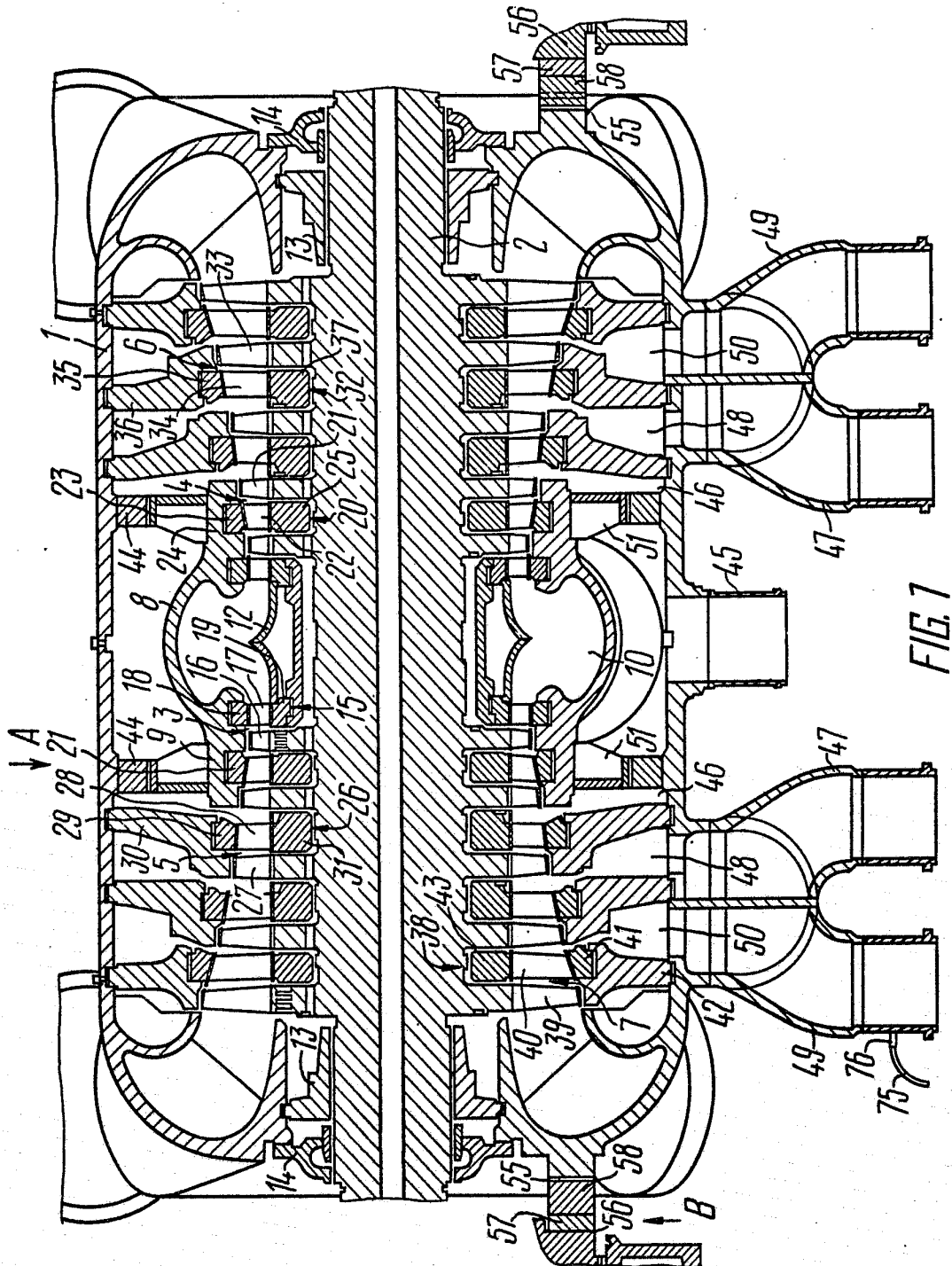
cinétique de rotation de l'arbre 2. La pression de la vapeur diminue d'un étage à l'autre. A la sortie de l'étage de turbine 6, la pression de la vapeur est de 13 bars et à celle de l'étage 7, elle est de 5,5 bars. En traversant les aubages directeurs 15, 20, 26, 32 et 38, chaque courant de vapeur provoque la formation d'un couple de réaction dans les aubes 17, 22, 28, 34 et 40 respectivement. Ce couple de réaction est transmis par l'intermédiaire des jantes 18, 23, 29, 35 et 41 aux brides 9 et 24 du corps 8 et aux bagues 30, 36 et 42. Ensuite, le couple de réaction est transmis au corps 1 du cylindre, en tentant de le faire tourner dans le sens antihoraire, si l'on regarde du côté des pattes 59, 60 (figure 2). La valeur du couple de réaction est de 165 kJ. En même temps, la vapeur sous une pression de 13 bars arrive de la cavité 50, par la tubulure 49, le raccord 76, la conduite 75 et le raccord 74 (figure 7) dans la cavité du soufflet 71 et agit sur le fond de celui-ci, dont la surface est de 1410 cm^2 . A ce moment, une force P égale à 166000N est engendrée et agit, par l'intermédiaire de l'appui 72, de la conduite 54, des tubulures 53 (figure 3) et 52, sur le corps 1 du cylindre pour créer, sur le bras L égal à 5 m, un couple moteur égal à 83 kJ et orienté en sens horaire, en regardant sur le cylindre du côté des pattes 59, 60 (figure 2). Etant donné que deux soufflets 71 sont utilisés pour la compensation du couple moteur, le couple moteur total appliqué au corps 1 du cylindre est donc de 166 kJ.

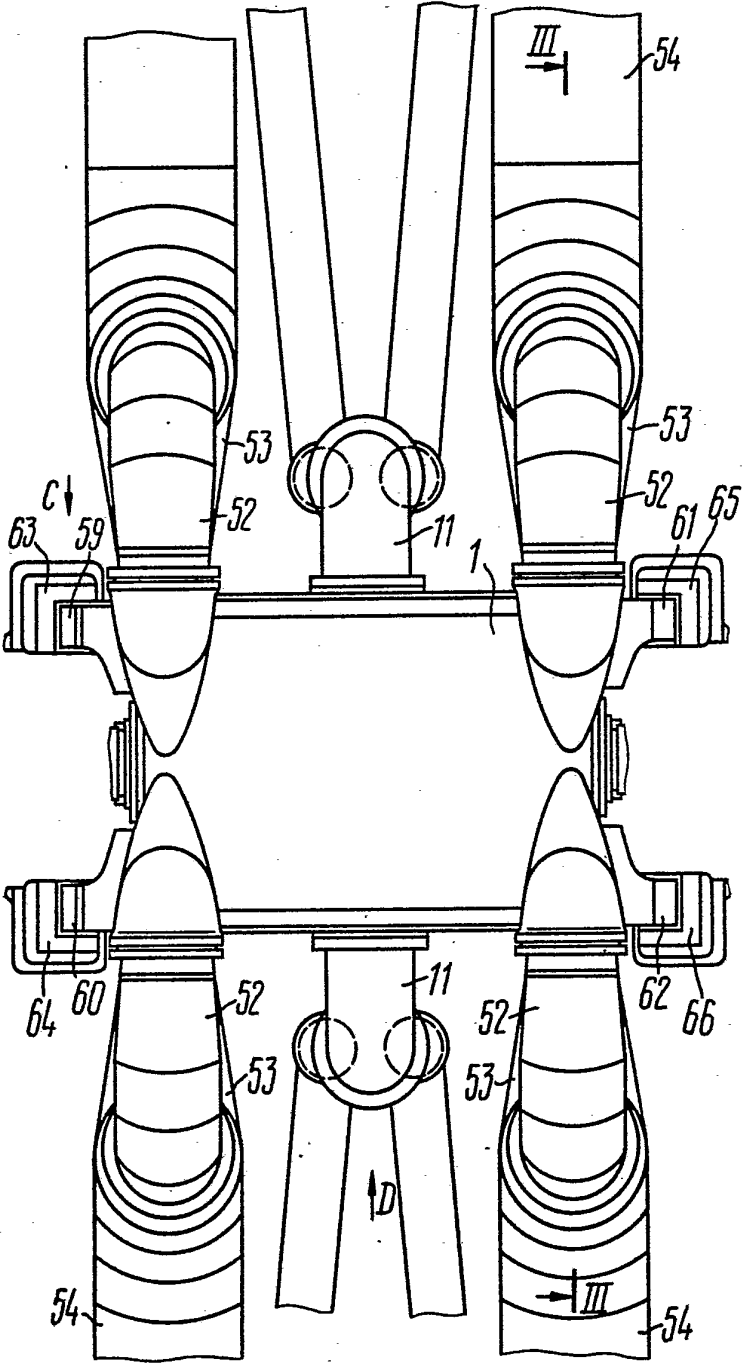
Ainsi, lorsque le cylindre haute pression est utilisé en régime de charge nominale, la compensation du couple de réaction est 99,3%.

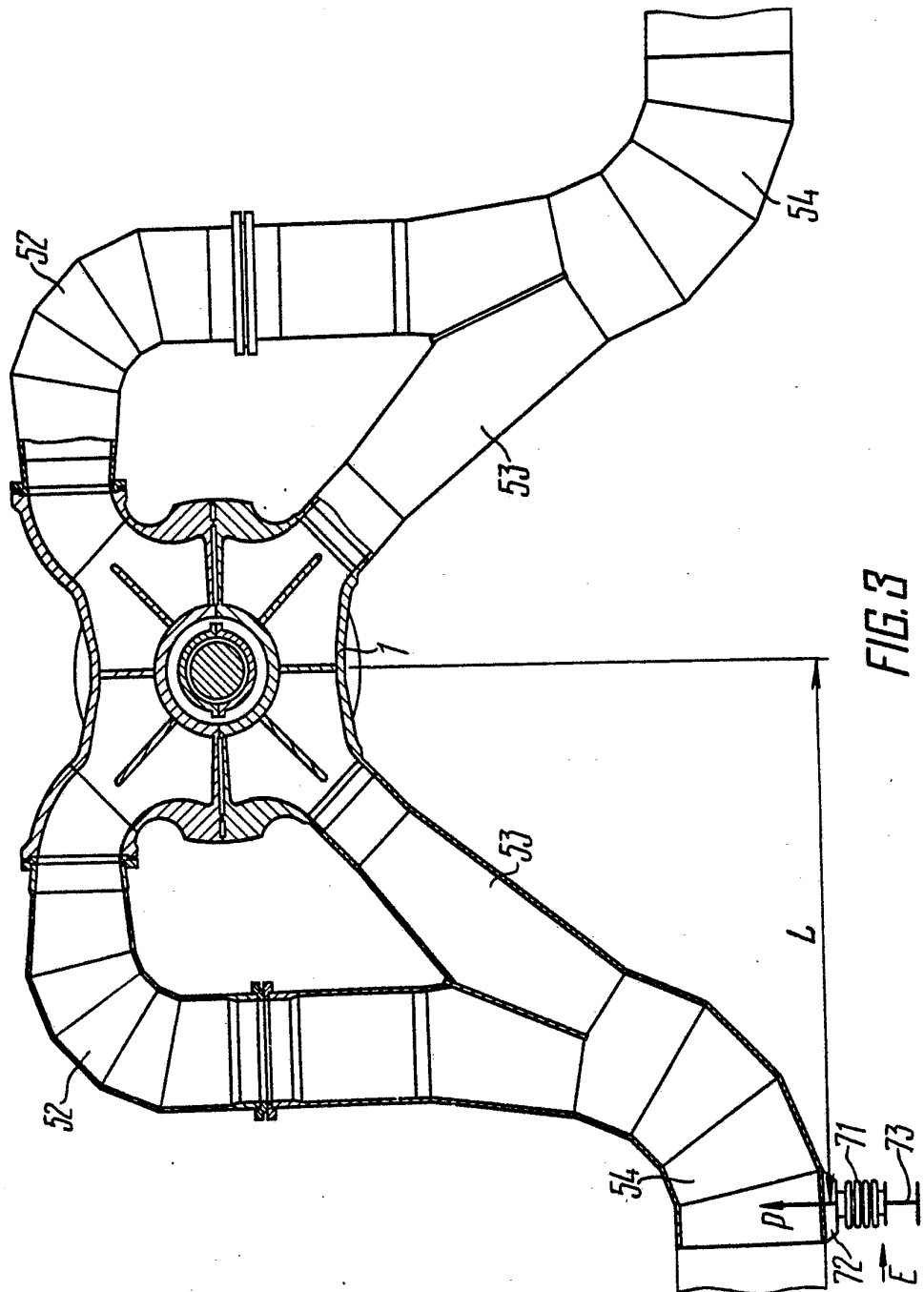
En estimant d'une manière analogue la compensation aux régimes suivants d'utilisation du cylindre haute pression, par exemple au régime de fonctionnement correspondant à 50% de la puissance, la compensation du couple de réaction est de 97,6%. En régime de marche à vide, cette compensation est de 96,9% et en régime de création d'une dépression, elle de 95,8%.

RE V E N D I C A T I O N S
=====

1. Procédé de compensation du couple de réaction du cylindre d'une machine à turbine, consistant à appliquer au corps du cylindre, au moins une force dans un plan perpendiculaire à son axe, qui crée un couple moteur
- 5 orienté à la rencontre du couple de réaction, caractérisé en ce qu'on crée la force à appliquer au corps (1) du cylindre par la pression d'un fluide moteur qui varie approximativement proportionnellement à la puissance du cylindre de façon que ledit couple moteur soit égal au couple de
- 10 réaction à tous les régimes de fonctionnement du cylindre.
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la force appliquée au corps (1) du cylindre est créée par la pression du fluide moteur de la partie d'écoulement du cylindre.







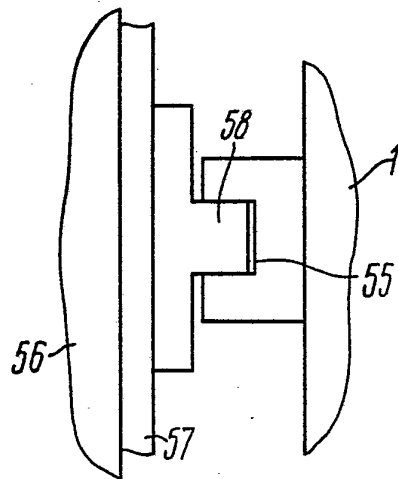


FIG. 4

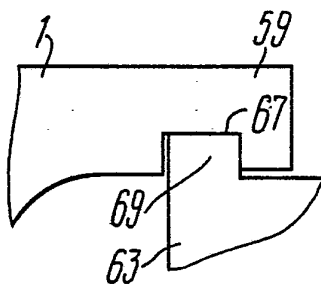


FIG. 5

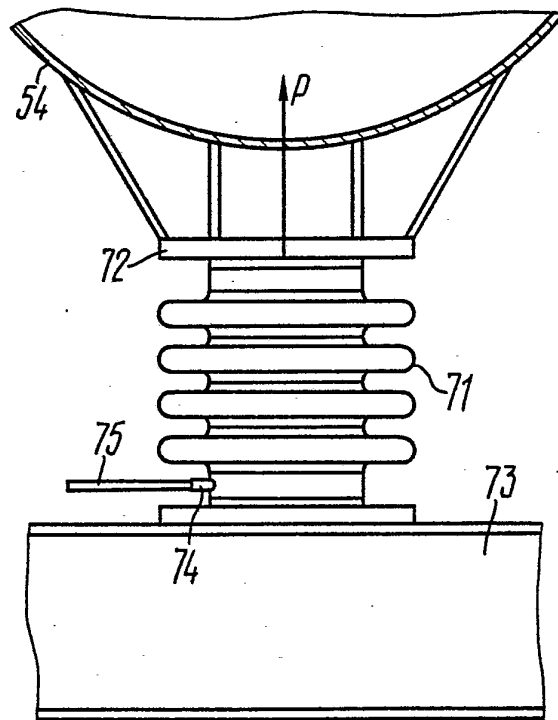


FIG. 7

