

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 20757**

(54)

Tubulure d'échappement de turbine.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 01 N 7/08; F 01 D 25/00; F 02 C 7/00.

(22)

Date de dépôt..... 26 septembre 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : URSS, 25 septembre 1979, n° 2 810 406.

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 29 du 17-7-1981.

(71)

Déposant : KHARKOVSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT IMENI V. I. LENINA, résidant en  
URSS.

(72)

Invention de : A. V. Garkusha et V. E. Dobrynin.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne la construction des turbines et a notamment pour objet une tubulure (fond) d'échappement de turbine.

5 La tubulure d'échappement de turbine réalisée d'après l'invention peut être appliquée avec succès aux turbines à vapeur et à gaz destinées à entraîner les alternateurs, ainsi que les soufflantes, les hélices de propulsion des navires, marchant avec des débits de fluide de moteur variables et avec une vitesse de rotation du rotor variable.

10 L'application de l'invention est d'une efficacité maximale dans les turbines axiales à échappement du fluide moteur non axiosymétrique.

On connaît une tubulure d'échappement de turbine, située directement après l'aubage du dernier étage de la turbine dans le sens d'écoulement du fluide moteur.

15 Les parois du corps de la tubulure constituent une voie qui se présente essentiellement sous la forme d'un diffuseur axial-radial à l'entrée et d'un canal de section rectangulaire à la sortie.

20 A l'entrée de la voie est monté un guide destiné à assurer la circulation sans décollement du fluide moteur lors de sa détente et de son changement de direction dans le diffuseur axial-radial. Le guide est réalisé sous la forme d'un corps de révolution dont l'axe coïncide avec celui de la turbine, et il est placé de façon que 25 l'un de ses bouts se trouve auprès des extrémités extérieures des aubes du dernier étage de la turbine.

Dans la tubulure d'échappement de la turbine, plus loin dans le sens d'écoulement du fluide moteur, après le guide, est monté un déflecteur, qui se présente lui aussi 30 sous la forme d'un corps de révolution dont l'axe est parallèle à celui de la turbine. Le déflecteur est destiné à exercer une action aérodynamique sur le flux, par variation de la forme et de la section de passage des canaux annulaires que constituent le guide avec le déflecteur et 35 le déflecteur avec la surface intérieure de la voie de la tubulure d'échappement. Cela est obtenu en déplaçant le déflecteur à l'aide de mécanismes de manœuvre dans les

directions longitudinale et/ou transversale par rapport à l'axe de la turbine.

La conception connue de la tubulure d'échappement n'assure pas des qualités économiques suffisantes du processus de fonctionnement dans la tubulure d'échappement quand la charge de la turbine est inférieure à la valeur nominale, et elle n'assure pas non plus une fiabilité suffisante de la turbine quand le débit volumique de fluide moteur est inférieur au tiers de la valeur nominale.

Les spécialistes en la matière savent que la "charge nominale" d'une turbine (et le "débit volumique nominal de fluide moteur" qui lui correspond) est la charge pour laquelle la turbine est calculée de façon que ses performances économiques et sa fiabilité soient maximales.

Quand la charge de la turbine diminue et, par conséquent, quand le débit volumique de fluide à travers le dernier étage de la turbine diminue, la vitesse de rotation de l'aubage du dernier étage de la turbine étant constante, le flux de fluide moteur arrive à l'entrée de la tubulure avec un mouvement de rotation. La composante circonferentielle de la vitesse est alors en général de valeur comparable à celle de sa composante axiale, et, quelquefois, bien plus élevée que celle-ci. Les forces centrifuges dans le flux en rotation contribuent à l'accroissement de la composante radiale de la vitesse et au décollement du fluide à la paroi intérieure de la tubulure, ce qui abaisse les performances économiques et la fiabilité de la turbine.

La conception connue décrite ci-dessus, grâce à la possibilité de modifier les sections de passage desdits canaux annulaires dans la partie d'entrée de la tubulure pendant la marche de la turbine, limite la croissance de la composante radiale de la vitesse directement dans le dernier étage de la turbine et en aval de cet étage. Cela permet d'obtenir un écoulement de fluide moteur axiosymétrique sans décollement dans la plage des débits volumiques s'étendant de la valeur nominale à environ  $1/3$  de la valeur nominale. Mais, aux débits volumiques de fluide moteur inférieurs au tiers de la valeur nominale, même un

changement important de ladite section de passage ne supprime pas le décollement du fluide à la paroi intérieure du diffuseur axial-radial de la voie d'écoulement, ni aux aubes elles-mêmes du dernier étage, ce qui se traduit par un abaissement de la fiabilité de la turbine.

En outre, dans la conception connue de tubulure d'échappement, aux charges inférieures à la valeur nominale de la turbine, le flux de fluide moteur en rotation avant le diffuseur axial-radial sort du diffuseur axial-radial également avec un mouvement de rotation dans toute la section de passage du diffuseur, d'où de grandes pertes d'énergie cinétique du flux dues au tourbillonnement dans la partie principale de la tubulure d'échappement.

Les expériences montrent que, dans ce cas, le mouvement de la plus grande partie des particules du fluide moteur a lieu dans la tubulure d'échappement suivant des trajectoires manifestement non optimales.

Par suite des causes indiquées, non seulement la tubulure d'échappement connue n'assure pas le rétablissement de la pression statique du fluide moteur dans sa voie, mais provoque de surcroît une chute de pression entre son entrée et sa sortie, ce qui abaisse les performances économiques de toute la turbine.

On s'est donc proposé de créer une tubulure d'échappement de turbine, dans laquelle le déflecteur serait réalisé de façon qu'il permette d'obtenir un écoulement axiosymétrique sans décollement du fluide moteur dans le dernier étage de la turbine, ainsi que de supprimer le tourbillonnement dans sa voie, dans toute la plage des charges possibles de la turbine.

La solution consiste en une tubulure d'échappement de turbine dont les parois du corps forment une voie d'écoulement, à l'entrée de laquelle est placé un guide réalisé sous la forme d'un corps de révolution à axe longitudinal coïncidant avec l'axe de la turbine, l'un de ses bouts étant situé auprès des extrémités extérieures des aubes du dernier étage de la turbine, et dans laquelle est monté un déflecteur pouvant se déplacer le long de l'axe

de la turbine pour changer la section de la voie d'écoulement de la tubulure, caractérisée, d'après l'invention, en ce que le déflecteur est réalisé en un matériau élastique, sa forme en position initiale étant celle d'un anneau fendu radialement au moins à un endroit, monté de façon que son axe coïncide sensiblement avec l'axe de la turbine, et en ce qu'il est prévu, pour le déplacement le long de l'axe de la turbine, un mécanisme accouplé au déflecteur au moins en trois endroits, de façon que, pendant la marche de la turbine aux charges inférieures à la valeur nominale, le déflecteur constitue avec le guide et la paroi du corps un canal hélicoïdal divergent dont la section de sortie se trouve à l'endroit de la coupure de l'anneau.

Une telle conception assure la conservation d'un écoulement de fluide moteur axiosymétrique sans décollement dans le dernier étage et de haute performances économiques du processus de fonctionnement dans la tubulure d'échappement, grâce à la suppression du tourbillonnement dans toute la plage des régimes de marche de la turbine.

La forme hélicoïdale du canal est favorable au passage d'un flux animé d'un mouvement de rotation ; la section progressivement croissante du canal divergent correspond à l'accroissement du débit de fluide moteur lors de sa circulation dans ledit canal, et elle contribue à l'uniformisation de la pression de fluide moteur dans la tubulure.

Il est avantageux que le mécanisme mentionné comprenne des tiges liées cinématiquement à un actionneur pour leurs déplacements aller et retour le long de l'axe de la turbine, et reliées à la surface plane latérale du déflecteur en au moins deux endroits équidistants de la coupure du déflecteur et proches d'elle, ainsi qu'à un endroit diamétralement opposé à la coupure.

Un mécanisme ainsi conçu est de fabrication assez simple et d'utilisation commode.

Il est recommandé de donner au déflecteur un diamètre extérieur quelque peu inférieur au diamètre intérieur

du guide, et de donner à l'arête côté déflecteur du guide une forme correspondant au contour de la surface hélicoïdale extérieure du déflecteur quand la flexion de celui-ci est maximale.

5           Cela assure une étanchéité suffisante du canal hélicoïdal divergent, diminue la consommation de métal pour la fabrication du guide, contribue à l'obtention d'une trajectoire optimale de l'écoulement de fluide moteur à la sortie dudit canal et abaisse les pertes d'énergie  
10 par frottement des aubes contre le fluide moteur.

Il est aussi recommandé que la section de sortie du canal hélicoïdal divergent soit essentiellement parallèle à la section de sortie de la tubulure d'échappement de la turbine.

15           Une telle disposition des sections correspond à des longueurs minimales des trajectoires des particules de fluide moteur dans la voie d'écoulement de la tubulure d'échappement, c'est-à-dire à des qualités économiques maximales à tous les régimes de marche de la turbine.

20           La conception conforme à l'invention de la tubulure d'échappement de turbine permet, sans abaissement des qualités économiques de la tubulure au régime nominal, de supprimer l'asymétrie axiale de l'écoulement dans le dernier étage et le tourbillonnement dans la voie d'écou-  
25 lement de la tubulure, abaissant la fiabilité et les performances économiques de la turbine quand son régime s'écarte du régime nominal.

La symétrie axiale de l'écoulement de fluide moteur supprime les contraintes variables supplémentaires et les  
30 pertes supplémentaires d'énergie dans les aubes de la roue mobile, et l'absence de tourbillonnement dans l'écoulement auprès des aubes de la roue mobile supprime l'érosion de leurs arêtes de sortie.

L'invention permet d'augmenter la durée de service  
35 des aubes de la turbine, de diminuer la probabilité des incidents, d'abaisser les frais de réparation et de remise en état du rotor de la turbine, ainsi que d'améliorer les performances économiques de la turbine dans pratiquement

toute la plage des régimes d'utilisation.

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 de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une tubulure d'échappement de turbine conforme à l'invention, le déflecteur étant en position initiale, c'est-à-dire éloignée au maximum des aubes du dernier étage de la turbine (coupe longitudinale, le guide et le déflecteur ne sont pas coupés par convention, des portions de la surface extérieure du corps sont montrés par convention aux endroits où le mécanisme de déplacement du déflecteur lui est fixé) ;

- la figure 2 représente la même tubulure, le déflecteur occupant une position de travail dans laquelle sa flexion est maximale, et l'un de ses bouts est rapproché au maximum des aubes du dernier étage de la turbine ;

- la figure 3 représente le déflecteur vu de face, en position initiale ;

- la figure 4 représente le déflecteur vu suivant la flèche C de la figure 3, avec les éléments des articulations l'accouplement aux tiges du mécanisme de déplacement axial, en position initiale ;

- la figure 5 représente le déflecteur de la figure 4 en position de travail ;

- la figure 6 représente schématiquement, en perspective isométrique, le canal hélicoïdal divergent les flèches montrant le sens d'écoulement du fluide moteur ;

- la figure 7 représente schématiquement le déflecteur (variante de réalisation dans laquelle il est fendu en six parties).

La tubulure proposée d'échappement A (figures 1, 2) de la turbine a un corps fixe 1 dont les parois forment une voie 2 d'écoulement destinée au passage du fluide moteur des aubes 3 du dernier étage B de la turbine, qui comprend également des aubes directrices fixes 4, fixées

au stator 5 de la turbine.

A l'entrée de la voie 2 est monté un guide 6 réalisé en forme de corps de révolution, on l'occurrence en forme de cylindre. L'axe longitudinal 7 du guide 6  
5 coïncide avec l'axe de la turbine, désigné par le même chiffre 7. Le guide 6 est destiné à donner la direction prescrite à l'écoulement du fluide moteur issu du dernier étage B de la turbine.

Le guide 6 est disposé de telle façon que l'un de  
10 ses bouts soit situé auprès des extrémités extérieures des aubes 3 du dernier étage B de la turbine.

Le guide 6 est fixé au stator 5 de la turbine par des moyens connus quelconques, qui ne sont pas décrits ici afin de ne pas obscurcir la description de l'invention.

15 Dans d'autres variantes de réalisation de l'invention, le guide 6 est monté de façon qu'il puisse se déplacer le long de l'axe 7 de la turbine.

Dans la voie 2 d'écoulement il y a aussi un déflecteur 8 réalisé en une matière élastique et destiné à  
20 constituer un canal de forme prédéterminée dans la voie de la tubulure A d'échappement.

Le déflecteur 8 en position initiale montrée sur la figure 1 a la forme d'un anneau fendu radialement à l'endroit désigné en 9. Plus loin cet anneau sera  
25 également affecté du chiffre de référence 8. L'anneau 8 est montré de face sur la figure 3 et de profil sur la figure 4. La figure 5 représente l'anneau 8 à l'état fléchi.

L'axe du déflecteur 8 coïncide sensiblement avec  
30 l'axe 7 de la turbine et est affecté du même chiffre de référence 7.

Le déflecteur 8 est monté de façon qu'il puisse se déplacer le long de l'axe 7 de la turbine. Il est prévu à cet effet un mécanisme 10 (figures 1 et 2) relié au  
35 déflecteur 8, en l'occurrence en trois endroits, de telle façon que pendant la marche de la turbine aux charges inférieures à la valeur nominale, le déflecteur 8 soit situé auprès des aubes 3, comme montré sur la figure 2, et

à l'état fléchi. Il constitue alors avec le guide 6 et la paroi intérieure du corps 1 un canal hélicoïdal divergent 11, montré en perspective isométrique sur la figure 4, dont la section 11a (figures 1, 2, 4) de sortie se trouve à l'endroit 9 de la coupure de l'anneau 8.

Le canal hélicoïdal divergent 11 contribue à l'obtention d'un processus économiquement optimal de détente du fluide moteur dans la tubulure A d'échappement quand l'écoulement est animé d'un mouvement de rotation en aval des aubes 3 du dernier étage de la turbine, c'est-à-dire aux charges de la turbine inférieures à la valeur nominale.

Le mécanisme 10 comprend trois tiges 12 (figures 1 et 2), passant chacune à travers un orifice (non représenté) de la paroi du corps 1 et accouplées chacune à un actionneur 13 individuel pour le déplacement aller et retour de la tige 12 le long de l'axe 7 de la turbine. Chaque actionneur 13 est monté fixe sur la paroi du corps 1, par des moyens connus quelconques ; les actionneurs peuvent être des servomoteurs électriques, ou bien des vérins hydrauliques ou tous autres organes appropriés.

Dans d'autres variantes de conception, les tiges 12 peuvent être plus nombreuses et disposées à peu près symétriquement.

Chaque tige 12 est filetée sur toute sa longueur pour pouvoir coopérer avec un élément conjugué (non représenté) de l'actionneur 13.

Unbout de chaque tige 12 est accouplé par une articulation 14 (figure 2) de conception connue à la surface plane latérale du déflecteur 8.

Deux tiges 12 sont accouplées au déflecteur 8 auprès de l'endroit 9 où celui-ci est fendu, de part et d'autre de la coupure, et la troisième tige est accouplée à un endroit diamétralement opposé à l'endroit 9 où se trouve la coupure, comme le fait apparaître la figure 5.

Le mécanisme 10 de déplacement du déflecteur 8 ainsi conçu est assez simple, fiable ; il assure le déplacement progressif et la flexion du déflecteur 8, ainsi que son maintien dans n'importe quelle position prescrite.

Le déflecteur 8 a un diamètre extérieur quelque peu inférieur au diamètre intérieur du guide 6. Le déflecteur 8 en position de travail peut, dans ce cas, être rapproché au maximum des aubes 3 du dernier étage B de la turbine.

5 En outre, une telle proportion des diamètres, en permettant le déplacement libre du déflecteur 8 par rapport au guide 6, rend possible le changement de sa courbure en position de travail, c'est-à-dire le changement de la section transversale 11a de sortie du canal hélicoïdal  
10 divergent 11, en fonction du débit volumique de fluide moteur.

L'arête 6a (figures 1, 2, 6) côté déflecteur 8 du guide 6 a une forme correspondant au contour de la surface hélicoïdale extérieure 8a du déflecteur 8 quand la flexion  
15 de celui-ci est maximale.

Une telle forme assure la constitution d'un canal hélicoïdal divergent 11 relativement étanche et une sortie suffisamment progressive de l'écoulement l'ayant parcouru.

A l'endroit 9 où le déflecteur 8 est fendu, la surface  
20 hélicoïdale 8a du déflecteur 8 s'interrompt ; à cet endroit, l'arête 6a du guide 6 a une portion rectiligne 6b correspondante, se trouvant dans le plan de la section 11a de sortie du canal hélicoïdal divergent 11.

Dans la tubulure A d'échappement de conception  
25 conforme à l'invention, la section 11a de sortie du canal hélicoïdal divergent 11 est sensiblement parallèle à la section 15 (figures 1 et 2) de sortie de la tubulure A d'échappement.

Une telle disposition desdites sections assure l'éva-  
30 cuation du fluide moteur de la tubulure A par le plus court chemin, égal à la longueur du segment perpendiculaire à ces sections se trouvant entre elles, et, par conséquent, les pertes d'énergie par tourbillonnement sont minimales.

Dans une autre variante de réalisation de l'invention,  
35 on monte dans la tubulure A un déflecteur 16 (figure 7) fendu suivant des rayons en six endroits et formant ainsi six parties 17 identiques. Chaque partie 17 est accouplée à des mécanismes 10 à l'aide de trois tiges 12, ce qui

permet de réaliser le déplacement indépendant des parties 17.

5 Un tel fractionnement du déflecteur 16 en parties distinctes 17 permet de les placer en position initiale auprès de la paroi du corps 1 quand cette paroi est réalisée  
courbe, coupe longitudinale, ce qui élargit le champ  
d'application de la conception conforme à l'invention,  
en la rendant applicable aux tubulures A dont la forme est  
10 choisie avant tout sur la base de considération de résistance et de compacité, quand l'emploi d'un anneau 8 plat se heurte à des difficultés.

La tubulure A d'échappement conforme à l'invention fonctionne de la façon suivante.

15 A la charge nominale et aux charges proches de la valeur nominale, le déflecteur 8 est en position extrême à droite sur la figure 1, c'est-à-dire en position initiale, et a la forme d'un anneau plat appliqué contre la paroi du corps 1.

20 Quand la charge devient inférieure à la valeur nominale, le débit volumique de fluide moteur diminue, ce qui provoque la mise en rotation de l'écoulement en aval des aubes 3, dans leur sens de rotation, et la croissance de la composante radiale de la vitesse de l'écoulement.

25 Les actionneurs 13 se mettent automatiquement en marche (dans certains cas ils sont mis en marche à la main), avec un certain intervalle de temps, successivement, en commençant à l'endroit 9 où le déflecteur 8 est fendu et en progressant dans le sens de rotation des aubes 3.

30 En se déplaçant vers la gauche sur les figures 1, 2, les tiges 12 déforment élastiquement le déflecteur 8 en lui donnant une forme courbe et en le déplaçant le long de l'axe 7.

35 Quand la tige inférieure 12 a atteint sa position gauche extrême sur la figure 2, tous les actionneurs 13 s'arrêtent. Dans la voie 2 d'écoulement de la tubulure A, il se forme un canal hélicoïdal divergent 11 limité par le déflecteur 8, le guide 6 et la paroi du corps 1.

L'écoulement issu de la section 11a de sortie dudit

canal 11 va à la section 15 de sortie de la tubulure A essentiellement suivant une normale à ladite section 11a, en exploitant ainsi la composante circonférentielle de la vitesse de l'écoulement issu des aubes 3, c'est-à-dire  
5 en améliorant les qualités économiques du processus de fonctionnement dans la tubulure A.

Une telle réalisation de la tubulure d'échappement de la turbine permet d'exclure, dans pratiquement toute la plage des régimes de marche possibles, le tourbillonnement  
10 auprès des aubes 3 du dernier étage B, ainsi que dans toute la voie 2 d'écoulement de la tubulure A d'échappement, de supprimer en même temps l'irrégularité de la pression du fluide moteur suivant la circonférence et, par conséquent, d'élever la fiabilité et les performances  
15 économiques de la turbine.

Des modèles pilotes de la tubulure d'échappement de turbine ont subi des essais exhaustifs, qui ont confirmé sa haute efficacité aux divers régimes de marche de la turbine.

20 Bien entendu l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons  
25 si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en œuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

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

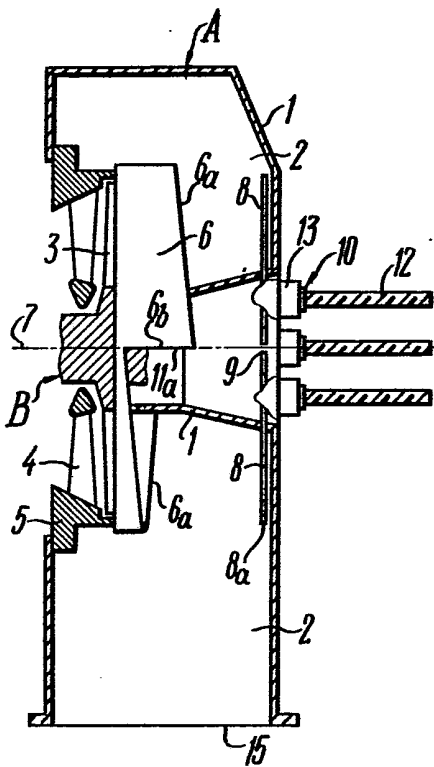
1. Tubulure d'échappement de turbine, du type dont les parois du corps forment une voie d'écoulement à l'entrée de laquelle est placé un guide réalisé sous la forme d'un corps de révolution à axe longitudinal coïncidant avec l'axe de la turbine, l'un de ses bouts étant situé auprès des extrémités extérieures des aubes du dernier étage de la turbine, et dans laquelle est monté un déflecteur pouvant se déplacer le long de l'axe de la turbine pour changer la section de la voie d'écoulement de la tubulure, caractérisée en ce que le déflecteur est réalisé en un matériau élastique, sa forme en position initiale étant celle d'un anneau fendu radialement en au moins un endroit, monté de façon que son axe coïncide sensiblement avec l'axe de la turbine, tandis que pour son déplacement le long de l'axe de la turbine, est prévu un mécanisme relié au déflecteur en au moins trois endroits, de façon que, pendant la marche de la turbine aux charges inférieures à la valeur nominale, le déflecteur constitue avec le guide et la paroi du corps un canal hélicoïdal divergent dont la section de sortie se trouve à l'endroit de la coupure de l'anneau.

2. Tubulure d'échappement de turbine selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mécanisme mentionné comprend des tiges liées cinématiquement à un actionneur pour leur déplacement aller et retour le long de l'axe de la turbine, et reliées à la surface plane latérale du déflecteur en au moins deux endroits équidistants de la coupure du déflecteur et proches d'elle, ainsi qu'à un endroit diamétralement opposé à la coupure.

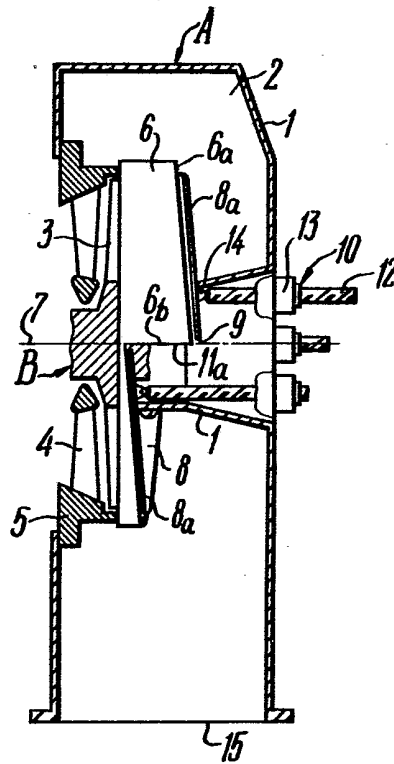
3. Tubulure d'échappement de turbine selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le déflecteur a un diamètre extérieur quelque peu inférieur au diamètre intérieur du guide, et que l'arête côté déflecteur du guide a une forme correspondant au contour de la surface curviligne extérieure du déflecteur quand la flexion de celui-ci

est maximale.

4. Tubulure d'échappement de turbine selon l'une  
des revendications 1, 2 et 3, caractérisée en ce que la  
section de sortie du canal hélicoïdal divergent est sensi-  
5 blement parallèle à la section de sortie de la tubulure  
d'échappement de la turbine.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

