

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 645 902**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **89 16505**

⑤1 Int Cl<sup>5</sup> : F 01 D 5/10; F 16 F 15/32.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 13 décembre 1989.

③0 Priorité : US, 17 avril 1989, n° 338,671.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 42 du 19 octobre 1990.

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

⑦1 Demandeur(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY.* — US.

⑦2 Inventeur(s) : Robert James Corsmeier ; Richard William  
Albrecht.

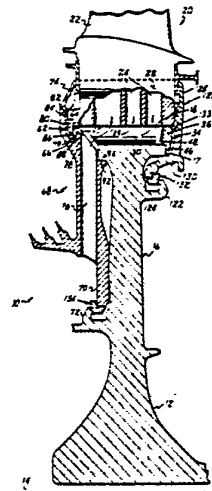
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Alain Catherine, General Electric France.

⑤4 Masselotte d'équilibrage sans boulons pour des rotors de turbine.

⑤7 Une masselotte 34 d'équilibrage pour le rotor d'un moteur à turbine à gaz est destinée à se monter dans la cavité formée entre la surface la plus à l'intérieur des fentes 30 en queue d'aronde ménagées dans la circonférence du disque 10 du rotor et la partie inférieure de la racine 28 en queue d'aronde des aubes insérées dans les fentes. La masselotte d'équilibrage a une tête 36 ayant une surface inférieure qui est accouplée à la surface la plus à l'intérieur des fentes, et une lèvre 46 liée à la tête qui est en contact avec la surface arrière du disque. La masselotte d'équilibrage est supportée dans la direction arrière à l'intérieur des fentes par un organe 126 de retenue arrière des aubes présentant un épaulement en saillie 133 en contact avec la masselotte.

Application à l'équilibrage des rotors de turbine des moteurs à turbine à gaz.



FR 2 645 902 - A1

D

La présente invention concerne l'équilibrage des rotors de la turbine dans des moteurs à turbine à gaz et, plus particulièrement, une masselotte d'équilibrage sans boulon située dans la fente en queue d'aronde du disque du rotor en-dessous de la racine des aubes de ce rotor.

5 La turbine des moteurs à turbine à gaz telle que celle utilisée dans les avions à réaction fournit la puissance nécessaire à l'entraînement du compresseur et des accessoires et, dans les moteurs qui ne font pas appel au seul jet pour leur propulsion, la turbine développe la puissance nécessaire à l'entraînement de l'arbre d'une hélice au rotor. L'énergie produite par l'écoulement continu des gaz chauds libérés par le système de combustion du moteur est extraite par la turbine qui les détend jusqu'à ce qu'ils aient acquis une pression et une température plus faibles. De manière à produire le couple moteur nécessaire dans le moteur à turbine à gaz, les turbines sont normalement constituées d'un ou de plusieurs étages. Chaque étage de la turbine emploie normalement une rangée d'aubes directrices dans la tuyère fixe qui sont montées sur l'enveloppe de la turbine, et un rotor qui comporte une rangée d'aubes montées circonférentiellement sur son disque. Le disque du rotor est en une pièce avec un flasque de l'arbre ou bien comporte ce flasque, lequel est boulonné sur l'arbre de la turbine.

25 Les aubes du rotor de la turbine comportent chacune une racine, c'est-à-dire une racine en queue d'aronde,

destinée à être montée dans des fentes d'accouplement, espacées circonférentiellement les unes des autres, ménagées dans le pourtour du disque du rotor. Les aubes comportent également un plan aérodynamique s'étendant radialement vers l'extérieur de leur racine qui se termine à l'extrémité de l'aube. Compte tenu des vitesses de rotation élevées des aubes du rotor de la turbine et de la masse des matériaux les constituant, il est extrêmement important que les rotors de la turbine soient correctement équilibrés. Tout déséquilibre peut avoir un effet grave sur les roulements de l'ensemble tournant et sur le fonctionnement du moteur.

Un procédé d'équilibrage du rotor de la turbine de moteurs à turbine à gaz a consisté dans l'art antérieur à utiliser des masselottes qui sont boulonnées sur le flasque de l'arbre du disque du rotor à un ou plusieurs emplacements de sa circonférence. Chaque masselotte produit un moment autour du centre de rotation du disque qui est le produit de la valeur de cette masselotte et de sa distance par rapport au centre de rotation. On détermine d'abord le nombre, la position et la valeur des masselottes nécessaires en pesant chaque aube et en les classant par catégories, et en procédant ensuite au test de l'équilibre du rotor. Après avoir trouvé le déséquilibre du rotor de la turbine, on compare les résultats au poids des aubes. On monte chaque aube dans une fente sélectionnée en queue d'aronde du disque et obtient l'équilibrage final du rotor en montant les masselottes d'équilibrage sur les flasques de l'arbre du disque.

Un problème que soulève ce procédé d'équilibrage est qu'il faut souvent une masselotte relativement élevée pour obtenir l'équilibrage du rotor. Cela est dû au fait que le rayon ou bras du moment entre le centre de rotation du disque et son flasque arrière est faible. De manière à augmenter le moment produit par la masselotte pour un bras de moment aussi court, la valeur de la masselotte doit être élevée.

Un autre problème soulevé par les masselottes d'équilibrage du flasque arrière du disque est que le rayon relativement petit entre le centre de rotation du disque et son flasque arrière rend difficile le montage précis des masselottes sur le flasque arrière à la position angulaire désirée par rapport au centre de rotation du disque. Cela est particulièrement le cas pour des réglages angulaires relativement petits, par exemple de 1 ou 2 degrés, dans lesquels les masselottes ne peuvent être déplacées que sur une distance très petite sur la circonférence du flasque arrière pour produire le réglage angulaire désiré par rapport au centre de rotation du disque.

De manière à diminuer la valeur de la masselotte nécessaire pour l'équilibrage du rotor, une autre solution de la technique antérieure pour l'équilibrage des rotors des turbines implique le montage de masselottes sur les organes de retenue des aubes se trouvant sur le pourtour du rotor de la turbine pour éviter les mouvements avant et arrière des aubes du rotor par rapport à son disque. Ces organes de retenue des aubes sont situés à un rayon beaucoup plus grand par rapport au centre de rotation du disque et par conséquent le bras du moment entre le centre de rotation du disque et les masselottes est beaucoup plus élevé. Il en résulte que la valeur de la masselotte peut être réduite par rapport au procédé de la technique antérieure dans lequel les masselottes sont montées sur les flasques du disque du rotor, de faible rayon.

Le problème soulevé par le montage des masselottes d'équilibrage de la technique antérieure sur les organes de retenue des aubes est qu'il faut des boulons et des écrous pour réaliser leur connexion. Des rotors de turbine plus courants ont éliminé les boulons et les écrous pour fixer les organes de retenue des aubes ou les joints au disque du rotor, et sont remplacés par des organes de retenue et joints sans boulons. Un avantage présenté par les organes de retenue

sans boulons est qu'on élimine les concentrations des contraintes car les trous des boulons ne sont plus ménagés dans le disque du rotor ou les organes de retenue. De plus, les problèmes de souffle, c'est-à-dire l'interférence du courant d'air autour du rotor de la turbine créé par la présence d'obstructions telles que les boulons et les écrous, sont amoindris par l'emploi d'organes de retenue des aubes et de joints sans boulons. Comme conséquence de ces améliorations des procédés de fixation des organes de retenue des aubes et des joints, on ne dispose d'aucune structure pour le boulonnage des masselottes d'équilibrage de la technique antérieure au droit du pourtour du disque du rotor.

On a surmonté ce problème dans une certaine mesure dans un autre procédé de l'art antérieur pour l'équilibrage du rotor, dans lequel le disque du rotor comporte un bras monté sur le disque à un emplacement situé entre son centre de rotation et le pourtour. Ce bras supporte un flasque annulaire comportant des trous espacés circonférentiellement les uns des autres. On insère les masselottes d'équilibrage dans les trous et les fixe au flasque par des goujons ou des rivets de manière à équilibrer le rotor.

Le problème soulevé par cette conception est que le bras et le flasque augmentent le poids du rotor et en élèvent le coût. En outre, les trous ménagés dans le flasque créent des concentrations des contraintes qui réduiront probablement la durée de vie cyclique du rotor. De plus, les masselottes d'équilibrage en saillie, le bras et le flasque annulaire produisent des effets de souffle qui peuvent se traduire par des pénalités en matière de performances du moteur.

En conséquence, la présente invention a pour objet une masselotte d'équilibrage destinée plus particulièrement à être utilisée dans des rotors de turbine employant des organes de retenue des aubes et des joints sans boulons, qui ait une masse relativement petite, qui minimise les effets de souffle, qui élimine la nécessité de procéder à la pesée de

chaque aube du rotor, qui soit facile à assembler et qui accélère et facilite le remplacement des aubes.

On atteint cet objectif avec une masselotte d'équilibrage destinée à être montée dans la cavité formée entre la partie inférieure de la base en queue d'aronde, ou racine, des aubes du rotor de la turbine, et la surface inférieure, radialement la plus à l'intérieur, en forme d'arc concave, des fentes en queue d'aronde ménagées dans le pourtour du disque du rotor qui montent ses aubes. La masselotte d'équilibrage a une surface destinée à être accouplée à la surface radialement la plus intérieure de la fente en queue d'aronde, et une lèvre qui vient en contact avec la surface arrière du pourtour du disque du rotor. La masselotte d'équilibrage est maintenue en place à l'intérieur des fentes en queue d'aronde dans le sens avant par sa lèvre, et dans le sens arrière par un organe de retenue arrière d'aube qui présente un épaulement en contact avec la masselotte d'équilibrage.

Dans le mode de réalisation ayant actuellement la préférence, la masselotte d'équilibrage comporte une tête présentant une surface avant, une surface arrière, une surface supérieure extérieure et une surface inférieure intérieure. La lèvre s'étend en étant pratiquement perpendiculaire à la tête, dans le même plan que sa surface arrière. La surface inférieure de la tête a la forme d'un arc convexe qui est destiné à être accouplé à la surface la plus à l'intérieur, en forme d'arc concave, des fentes en queue d'aronde du disque du rotor. Lorsqu'elle est montée sur le disque du rotor, la surface inférieure de la tête de la masselotte d'équilibrage repose sur au moins une partie de la surface radialement la plus à l'intérieur de la fente en queue d'aronde du disque, et la lèvre de la masselotte d'équilibrage repose contre la surface arrière du pourtour du disque. Un épaulement formé sur l'organe arrière de retenue de l'aube est en contact avec la masselotte d'équilibrage et

l'empêche de se déplacer dans la direction arrière pour sortir de la fente en queue d'aronde ménagée dans le disque du rotor.

5 On peut modifier la valeur de la masselotte d'équilibre, qui est de préférence en métal, en enlevant du matériau de sa tête. De manière à obtenir plusieurs masselottes d'équilibrage ayant des valeurs différentes afin de tenir  
10 compte du degré de déséquilibre d'un disque particulier, la masselotte comporte en variante un ou plusieurs évidements ou trous qui s'étendent entre ses surfaces supérieure et inférieure, et/ou un ou plusieurs trous ou évidement s'étendant entre ses surfaces avant et arrière.

La masselotte d'équilibrage de la présente invention présente un certain nombre d'avantages par rapport aux  
15 procédés et dispositifs d'équilibrage des rotors de l'art antérieur. La masselotte d'équilibrage de la présente invention est située à un rayon relativement élevé par rapport à l'axe de rotation du disque, ce qui augmente le bras du moment entre la masselotte et l'axe de rotation. Cela permet  
20 l'utilisation d'une masse moins grande dans la masselotte d'équilibrage pour obtenir le même effet d'équilibrage que celui atteint dans l'art antérieur où les masselottes d'équilibrage sont montées sur le flasque du disque du rotor à proximité de son axe de rotation.

25 Un autre avantage de la présente masselotte d'équilibrage est qu'il ne faut ni boulons ni écrous pour la monter sur le rotor. Il en résulte qu'on élimine les pertes dues au souffle. De plus, la masselotte d'équilibrage est située sur le côté arrière du disque du rotor sur la surface radialement  
30 la plus à l'intérieur de la fente en queue d'aronde de manière à minimiser le blocage ou l'interférence avec l'écoulement de l'air de refroidissement entre le pourtour du disque dans la direction radiale de l'extérieur et les aubes du rotor.

35 Un autre avantage de la masselotte d'équilibrage de la

présente invention est qu'il n'est pas nécessaire de procéder à la pesée de chaque aube, et de placer les aubes de poids différents dans des fentes sélectionnées. On procède au test de l'équilibre du rotor de la manière classique et insère les masselottes d'équilibrage dans les fentes en queue d'aronde appropriées du disque en fonction du déséquilibre de ce dernier. Il est inutile de procéder à l'assemblage de certaines aubes dans des fentes spécifiques pour obtenir un équilibrage correct.

La suite de la description se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

Figure 1, une vue schématique en élévation du pourtour d'un disque de rotor, la vue étant prise depuis la direction avant, dans laquelle l'assemblage des aubes du rotor dans les fentes en queue d'aronde de son disque n'est pas complètement achevé ;

figure 2, une vue en élévation, en partie en coupe, d'une aube montée dans une fente en queue d'aronde avec la masselotte d'équilibrage en place et les organes de retenue avant et arrière des aubes montés sur le disque ; et

figures 3A-3C, des vues en perspective de variantes de réalisation de la masselotte d'équilibrage de la présente invention.

En figures 1 et 2 on a représenté schématiquement une partie de la turbine d'une turbomachine telle qu'un moteur à turbine à gaz de hautes performances. Un disque 10 de rotor comporte un moyeu 12 s'étendant axialement parallèlement à l'axe 14 du moteur à turbine à gaz (non représenté), un voile 16 s'étendant radialement vers l'extérieur du moyeu 12 et une multitude de piliers 18 en queue d'aronde portés par le voile 16. Comme cela est classique, le disque 10 du rotor et tous ses éléments sont de forme annulaire et supportent une ou plusieurs rangées s'étendant circonférentiellement, ou groupes, d'aubes 20 de rotor, l'une des rangées étant représentée en partie en figure 1. Chaque aube 20 comprend un plan

aérodynamique 22 ayant une extrémité, une plate-forme et une racine 28 en queue d'aronde qui se termine par une surface inférieure 29.

5 La racine 28 en queue d'aronde de chaque aube 20 peut coulisser axialement dans une fente d'accouplement en queue d'aronde 30 qui est formée entre des piliers contigus 18 en queue d'aronde du disque 10. La fente 30 présente une surface 31 radialement la plus à l'intérieur, de forme concave, qui s'étend entre des piliers contigus 18. Les aubes 20 ayant la position représentée en figure 1, une cavité 32 est formée  
10 entre la surface inférieure 29 de la racine 28 de chaque aube et la surface la plus à l'intérieur 31 de chaque fente 30. Dans cette position, les aubes du rotor sont maintenues en place par les piliers 18 et ne peuvent se déplacer tant dans  
15 la direction radiale que dans la direction tangentielle, mais non dans la direction axiale.

En liaison avec la figure 2, le terme "radial" qu'on utilise ici concerne la direction dans laquelle on se rapproche ou s'éloigne de l'axe 14 du moyeu 12 du disque ;  
20 par exemple, l'expression "radialement vers l'extérieur" désigne une direction dans laquelle on s'éloigne de l'axe 14, et l'expression "radialement vers l'intérieur" une direction dans laquelle on se rapproche de l'axe 14. Le terme "axial" concerne une direction parallèle à l'axe longitudinal 14 du moyeu 12. Comme on le voit en figure 2, l'expression "avant" désigne le côté gauche, et l'expression "arrière" le côté droit de la figure 2. Le terme "tangentielllement" tel qu'on  
25 l'utilise ici désigne une direction perpendiculaire à l'axe 14 s'étendant dans le plan du papier.

30 Dans les figures 3A-3C, on a représenté divers modes de réalisation des masselottes d'équilibrage employées dans la présente invention. En figure 3A, une masselotte d'équilibrage 34 comprend une tête 36 présentant une surface supérieure ou radialement extérieure 38, une surface inférieure ou radialement intérieure 40, une surface avant 42 et  
35 une surface arrière 44. Dans le mode de réalisation ayant

actuellement la préférence, la surface inférieure 40 de la tête 36 a la forme d'un arc convexe et est destinée à être accouplée à la surface la plus à l'intérieur, en forme d'arc concave, 31 de chaque fente 30 en queue d'aronde formée dans le disque 10.

5 Une lèvre 46, s'étendant radialement vers l'intérieur, est liée à la tête 36, qui présente une surface arrière 47 sensiblement dans le même plan que la surface arrière 44 de la tête 36 et une surface avant 49 espacée de la surface avant 42 de la tête 36. Comme cela est représenté en figures 10 1 et 2, la lèvre 46 est destinée à reposer contre la surface arrière 17 du pourtour du voile 16 du disque 10 de manière à empêcher le mouvement de la masselotte d'équilibrage 34 dans la direction de l'avant. Dans cette position, la tête 36 de la masselotte 34 s'étend au moins en partie à l'intérieur de 15 la cavité 32 formée entre la surface la plus à l'intérieur 29 de la racine 28 de l'aube 20 et la surface la plus à l'intérieur 31 de la fente 30.

Dans le mode de réalisation de la masselotte d'équilibrage 34 représenté en figure 3A, un évidement 48 et ménagé 20 dans la tête 36 qui s'étend entre sa surface supérieure 38 et sa surface inférieure 40. L'évidement 48 comporte une zone dans laquelle du matériau a été enlevé de la tête 36 de manière à permettre une circulation non freinée de l'air de refroidissement dans l'un des trous arrière 24 d'alimentation 25 en air de l'aube.

Les masselottes d'équilibrage 50 et 52 représentées en figures 3B et 3C, respectivement, sont identiques à la masselotte 34 de la figure 3A sauf toutefois qu'on a enlevé 30 des quantités différentes de matériau dans leur tête 36 de manière à en modifier la masse. Par exemple, dans la masselotte d'équilibrage 50 de la figure 3B, on a ménagé des premier et second trous traversants 54, 56 dans les côtés opposés de la tête 36, trous qui s'étendent entre la surface avant 42 et la surface arrière 44. La tête 36 et une partie 35

de la lèvre 46 présentent également un trou traversant central 58 qui s'étend entre la surface avant 42 de la tête et les surfaces arrière 44 et 47 de la tête et de la lèvre, respectivement. Un évidement 60 s'étend entre la surface  
5 supérieure 38 de la tête 36 et le trou traversant central 58.

La masselotte d'équilibrage 52 comporte un évidement 48 comme la masselotte 34 de la figure 3A, et présente aussi des premier et second trous traversants 54, 56 comme dans le mode de réalisation de la figure 3B. Les trois masselottes  
10 d'équilibrage 34, 50 et 52 ont donc des masses différentes, la masselotte 34 étant la plus lourde et la masselotte 50 la plus légère, afin de tenir compte des valeurs différentes du déséquilibre dans un rotor particulier, tel que représenté en figure 2.

De nouveau en liaison avec les figures 1 et 2, on a représenté les structures de retenue qui empêchent le mouvement des aubes 20 dans les directions axiales avant et arrière. Ces organes de retenue des aubes sont discutés en détail dans la demande de brevet des Etats-Unis d'Amérique en  
20 attente n° 292084, qu'on incorpore ici à titre de référence. On ne décrira ici que brièvement les organes de retenue des aubes et on se reportera à ladite demande pour trouver une discussion plus détaillée. Les piliers 18 en queue d'aronde du disque 10 comportent chacun un crochet 62 s'étendant  
25 radialement vers l'intérieur, ayant une surface arrière 64. Les crochets 62 sont espacés du corps des piliers 18, d'où la formation d'une cavité 66 entre eux. Les piliers 18 et les aubes 20 sont refroidis par air au moyen d'une roue annulaire 68 en une pièce qui est portée par le disque 10. La roue 68  
30 comporte une extrémité intérieure 70 montée sur une saillie 72 formée sur le voile 16 du disque, et une extrémité supérieure 74 qui recouvre la fente 30 formée entre des piliers 18 contigus.

La roue 68 comporte une multitude de nervures 76 dont  
35 l'une est représentée en figure 2, qui sont destinées à

diriger un courant d'air de refroidissement dans la direction radiale de l'extérieur jusqu'aux piliers 18 et aux aubes 20 pour les refroidir. L'air de refroidissement est canalisé par les trous 24 formés dans la racine 28 avant d'entrer dans des passages ménagés dans le plan aérodynamique 22 (non représenté). Les masselottes d'équilibrage 34, 50 et 52 sont placées par rapport aux trous 24 au côté arrière de la fente 30 de manière à éviter le blocage de l'écoulement d'air.

La roue 68 comporte aussi un flasque 78 s'étendant radialement vers l'extérieur, présentant une surface avant 79 et un certain nombre de pattes 80 espacées les unes des autres sur la circonférence de la roue, l'une étant représentée en figure 2. La roue 68 se trouvant dans sa position par rapport au disque 10, la surface avant 79 du flasque 78 est en regard de la surface arrière 64 du crochet 62, et les pattes 80 sont en contact avec les crochets 62 des piliers 18 pour empêcher la rotation de la roue par rapport au disque 10.

Un joint 82 en anneau, fendu, est porté dans une rainure 84 ménagée dans l'extrémité extérieure 74 de la roue 68 qui est assis contre les piliers 18. Le joint 82 empêche les fuites de l'air circulant le long de la roue 68 dans la direction radiale de l'extérieur jusqu'aux trous 24 d'alimentation en air des aubes 20.

L'extrémité extérieure 74 de la roue 68 est montée dans une position axialement fixe par rapport au disque 10 au moyen d'un anneau de retenue 86 en forme de U. L'anneau 86 a une branche avant 88 et une branche arrière 90, comme représenté en figure 2, la branche arrière 90 étant légèrement plus courte que la branche avant 88. Dans la position assemblée, l'anneau 86 est mobile jusqu'à une position assises, verrouillée, dans laquelle la branche avant 88 est interposée entre la surface arrière 64 du crochet 62 et la surface avant 79 du flasque 78, et la branche arrière 90 de l'anneau 86 repose au-dessus du flasque 70 de la roue 68.

Dans la position assise, verrouillée, de l'anneau de retenue 86 le mouvement axial de la roue 68 dans la direction avant est empêché par le contact entre l'anneau de retenue 86 et le crochet 62 des piliers 18. Le mouvement axial de la roue dans la direction arrière est empêché par le contact entre une encoche 92 ménagée dans la roue 68 et un épaulement 94 formé sur le voile 16 du disque 10, ainsi que par la structure montant l'extrémité intérieure 70 de la roue 68 sur le voile 16 comme on le décrit ci-après. A son tour, le mouvement axial des aubes 20 dans les fentes 30 formées par des piliers contigus 18 est empêché dans la direction axiale avant par l'extrémité extérieure 74 de la roue 68.

Comme représenté en figure 2, une structure de retenue est également prévue au côté arrière du disque 10 pour empêcher le mouvement axial des aubes 20 et des masselottes d'équilibrage 34, 50 ou 52 dans la direction arrière. On décrit et revendique cette structure dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 304 523 qu'on incorpore ici à titre de référence. En outre, on emploie cette même structure pour monter l'extrémité intérieure 70 de la roue 68 sur la saillie 72 du voile 16 du disque.

Le côté arrière du voile 16 présente un bras 122 en forme de L qui forme une cavité 124. Un organe avant 126 de retenue d'aube est placé par rapport au voile 16 et aux piliers 18 de façon que son extrémité extérieure 128 recouvre les fentes 30 et son extrémité intérieure 130 s'étende radialement vers l'intérieur jusqu'à la cavité 124 formée par le bras 122. Un organe arrière de retenue 132 est porté dans la cavité 124.

Comme cela est décrit en détail dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 304 523, on manipule l'organe de retenue arrière 126 et l'anneau de retenue arrière 132 de façon que l'anneau 132 coulisse entre l'extrémité intérieure 130 de l'organe de retenue 126 et le bras 122 du voile 16. Dans cette position, l'anneau 132 assujettit l'organe de

retenue 126 dans une position axiale fixe par rapport aux piliers 18. A son tour, l'extrémité extérieure 128 de l'organe de retenue 126 empêche le mouvement axial des aubes 20 dans la direction arrière.

5 Dans le mode de réalisation ayant actuellement la préférence, l'organe de retenue arrière 126 présente un épaulement 133 qui, dans la position d'assemblage, est en contact avec les masselottes d'équilibrage 34, 50 ou 52 afin d'éviter leur mouvement dans la direction arrière. Les  
10 masselottes d'équilibrage 34, 50, 52 sont ainsi maintenues en place à l'intérieur des fentes 30 dans la direction avant par la lèvre 46 et dans la direction arrière par l'organe de retenue arrière 126.

15 Comme on l'a discuté ci-dessus, la structure de retenue des aubes qu'on emploie au côté arrière des aubes 20 dans le mode de réalisation de la figure 2 est également utilisée pour monter l'extrémité intérieure 70 de la roue 68 sur le voile 16 du disque 10. En figure 2, un organe de retenue 126 des aubes est monté sur le bras 122 en forme de L  
20 au côté arrière du voile 16 par un anneau de retenue arrière 132 du même type que celui représenté et décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 304 523. D'une façon similaire, l'extrémité inférieure 70 est fixée à la saillie 72 du voile 16 par un anneau de retenue 134 de la même  
25 manière que celle décrite ci-dessus.

Alors qu'on a décrit la présente invention en liaison avec un mode de réalisation préféré, le technicien remarquera qu'on peut apporter divers changements et substituer des éléments équivalents sans sortir du domaine de l'invention.  
30 De plus, on peut faire de nombreuses modifications pour s'adapter à une situation ou un matériau particuliers sans sortir également du domaine de l'invention.

Par exemple, on pourrait modifier le nombre et l'emplacement des endroits de chaque masselottes d'équilibrage 34, 50 ou 52 où l'on a enlevé du matériau, par exemple  
35

des trous 54, 56 et 58, le cas échéant, pour extraire plus ou moins de matériau et en modifier la masse de manière à tenir compte d'un degré particulier du déséquilibre pour un disque 10 donné.

REVENDICATION

1. Rotor équilibré dans un moteur à turbine à gaz, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 un disque (10) présentant des fentes (30) espacées  
circonférentiellement les unes des autres, chacune ayant une  
surface radialement la plus à l'intérieur (31) ;

10 une rangée d'aubes (20) s'étendant radialement vers  
l'extérieur de la circonférence du disque, chaque aube ayant  
une racine (28) présentant une surface inférieure (29), les  
aubes pouvant être insérées dans les fentes (30) en forme de  
queue d'aronde du disque de sorte qu'une cavité (32) se  
trouve formée entre la surface inférieure de la racine et la  
surface radialement la plus intérieure des fentes,

15 des moyens d'équilibrage (34 ; 50 ; 52) pouvant être  
insérés dans la cavité afin de procéder à l'équilibrage du  
rotor.

2. Rotor selon la revendication 1, caractérisé en ce  
que le disque (10) a une surface arrière et une surface  
avant, les moyens d'équilibrage comprenant une masselotte  
20 d'équilibrage (34 ; 50 ; 52) présentant une surface infé-  
rieure (40) pouvant venir en contact avec la surface  
radialement la plus à l'intérieur des fentes du disque et une  
lèvre (46) pouvant venir en contact avec la surface arrière  
du disque.

25 3. Rotor selon la revendication 2, caractérisé en ce  
que la masselotte d'équilibrage a une tête (36) reliée à la  
lèvre, la tête présentant une surface inférieure (40) en  
forme d'arc destinée à être accouplée à la surface radiale-  
ment la plus à l'intérieur (31) des fentes (30) en queue  
30 d'aronde.

4. Rotor équilibré de moteur à turbine à gaz, cara-  
ctérisé en ce qu'il comprend :

35 un disque (10) ayant une surface avant et une surface  
arrière, le disque présentant des fentes (30) espacées  
circonférentiellement les unes des autres, ayant chacune une

surface radialement la plus à l'intérieur (31) qui s'étend entre les surfaces avant et arrière du disque ;

5 une rangée d'aubes (20) s'étendant radialement vers l'extérieur de la circonférence du disque, chaque aube présentant une racine (28) ayant une surface inférieure (29), les aubes pouvant être insérées dans les fentes en queue d'aronde du disque de sorte qu'une cavité (32) se trouve formée entre la surface inférieure de la racine et la surface radialement la plus à l'intérieur des fentes ;

10 des moyens d'équilibrage (34 ; 50 ; 52) pouvant être insérés dans la cavité pour procéder à l'équilibrage du rotor ;

un organe avant (86) de retenue d'aube destiné à être monté sur la surface avant du disque et un organe de retenue arrière (126) destiné à être monté sur la surface arrière du disque, les organes de retenue avant et arrière servant à éviter le mouvement des aubes du rotor dans une direction axiale avant-arrière par rapport aux fentes du disque ;

20 un moyen porté par l'organe de retenue avant ou l'organe de retenue arrière afin de maintenir le moyen d'équilibrage à l'intérieur de la cavité ;

5. Rotor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le moyen d'équilibrage comprend une masselotte d'équilibrage (34 ; 50 ; 52) ayant une surface inférieure (40) pouvant venir en contact avec la surface radialement la plus à l'intérieur (31) des fentes du disque, et une lèvre (46) pouvant venir en contact avec la surface arrière du disque.

30 6. Rotor selon la revendication 5, caractérisé en ce que la masselotte d'équilibrage a une tête (36) reliée à la lèvre, la tête présentant une surface inférieure (40) en forme d'arc destinée à être accouplée à la surface radialement la plus à l'intérieur (31) des fentes.

35 7. Rotor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le moyen permettant de retenir le moyen d'équilibrage à l'intérieur de la cavité comprend un épaulement (133) formé

sur l'organe de retenue arrière des aubes, l'épaulement pouvant venir en contact avec le moyen d'équilibrage pour empêcher le mouvement axial de ce dernier.

5 8. Masselotte (34 ; 50 ; 52) pour équilibrer le rotor d'un moteur à turbine à gaz, le rotor comportant un disque (10) ayant des surfaces avant et arrière, qui présentent des fentes espacées circonférentiellement les unes des autres (30) ayant chacune une surface radialement la plus à l'intérieur (31), et un rangée d'aubes (20) de rotor ayant  
10 chacune une racine (28) pouvant s'insérer dans les fentes du disque, caractérisée en ce qu'elle comprend:

une tête (36) ayant une surface avant (42), une surface arrière (44), une surface supérieure (38) et une surface inférieure (40), la surface inférieure de la tête  
15 pouvant être accouplée à la surface radialement la plus à l'intérieur (31) des fentes du disque;

une lèvre (46) reliée à la tête, la lèvre pouvant venir en contact avec la surface avant ou la surface arrière du disque lors de la mise en place de la surface inférieure de la tête en contact avec la surface radialement la plus à  
20 l'intérieur des fentes.

9. Masselotte selon la revendication 8, caractérisée en ce que la surface radialement la plus à l'intérieur (31) des fentes du disque a généralement la forme d'un arc concave, la surface inférieure de la tête de la masselotte d'équilibrage ayant généralement la forme d'un arc convexe pour être accouplée à la surface radialement la plus à  
25 l'intérieur des fentes.

10. Masselotte selon la revendication 8, caractérisée en ce que la tête (36) présente un évidement (48 ; 60) s'étendant entre sa surface supérieure et sa surface inférieure afin de permettre le passage de l'air de refroidissement.  
30

11. Masselotte selon la revendication 8, caractérisée en ce que la tête présente au moins un endroit (54, 56) dans  
35

laquelle du matériau est enlevé, cet endroit s'étendant au moins en partie entre la surface avant et la surface arrière de la tête.

5 12. Masselotte selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'au moins dans deux endroits on a enlevé du matériau, l'un des endroits s'étendant au moins en partie à travers la lèvre et l'autre s'étendant au moins en partie entre la surface avant et la surface arrière de la tête.





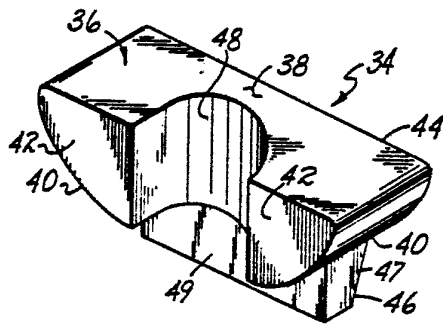


FIG. 3A

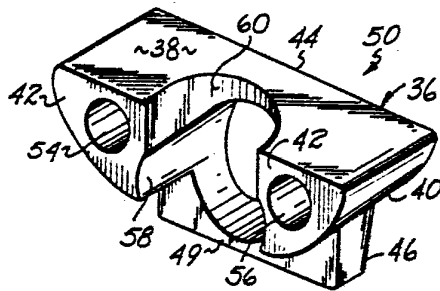


FIG. 3B

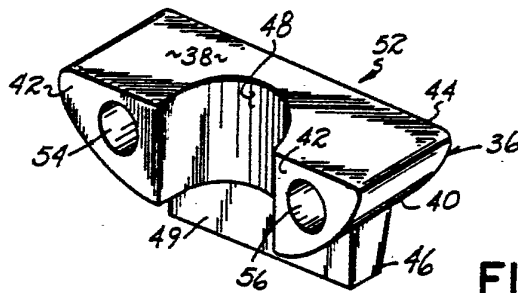


FIG. 3C