

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 705 958 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.10.1998 Bulletin 1998/43

(51) Int Cl.⁶: **F01D 5/30**

(21) Numéro de dépôt: **95402163.0**

(22) Date de dépôt: **27.09.1995**

(54) **Disposition pour l'écèlement des pointes de contrainte dans l'ancrage d'une ailette de turbine, comportant une racine dite en "pied-sapin"**

Abschrägung der Tragflächen eines Tannenbaumfusses für Turbinenschaufeln zur Spannungsverminderung

Chamfering of stressed regions in a fir-tree turbine blade root

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

(30) Priorité: **30.09.1994 FR 9411724**

(43) Date de publication de la demande:
10.04.1996 Bulletin 1996/15

(73) Titulaire: **GEC ALSTHOM ELECTROMECHANIQUE
SA
75116 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **Bourcier, Pierre
F-75006 Paris (FR)**

(74) Mandataire: **Fournier, Michel et al
c/o ALCATEL ALSTHOM,
Département de Propriété Industrielle,
30, avenue Kléber
75116 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**FR-A- 2 712 631 GB-A- 1 482 308
GB-A- 2 064 667 GB-A- 2 271 817**

EP 0 705 958 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne une disposition pour l'écarter des pointes de contraintes dans l'ancrage d'une ailette de turbine, comportant une racine dite en Pied-sapin comprenant des crans, dans une rainure de profil correspondant sur un disque. Le brevet anglais GB-A-1482308 décrit le principe général de telles ailettes.

Un montage connu d'ailettes de turbine à vapeur sur un disque rotorique consiste en ce que chaque ailette comporte à sa base un pied ou une racine d'ancrage dans le disque rotorique. Cette racine est appelée "Pied-sapin" et l'enveloppe de son profil forme un trapèze isocèle dont la grande base est le plus près de la base de l'ailette et la petite base s'en éloigne. Son profil exact, à partir de cette enveloppe, comporte une série de rétrécissements appelés "cols". La partie du profil entre deux cols est appelée "un cran".

Sur une racine d'ailette, il peut y avoir de 3 à 5 crans. Le disque rotorique porte une série de rainures pour le montage des ailettes. Chaque rainure a un profil complémentaire du profil dit en "Pied-sapin" des racines des ailettes.

Lors de la rotation de la turbine, ce sont ces crans et ceux complémentaires des rainures effectuées dans le disque qui retiennent les ailettes; il se crée donc un champ de contraintes dans la racine et dans le disque le long de ces crans.

Le long d'un cran il existe une contrainte moyenne, cependant, la contrainte n'est pas constante le long d'un cran et il existe des pointes de contraintes.

La présente invention a pour but de diminuer ces pointes de contraintes.

L'invention a ainsi pour objet une disposition pour l'écarter des pointes de contrainte dans l'ancrage d'une ailette de turbine, comprenant une racine dite en "Pied-sapin" comprenant des crans, dans une rainure de profil correspondant sur un disque, caractérisé par le fait que le profil de chaque cran, côté extrados de la racine de l'ailette, est tel que le jeu de montage de la racine dans sa rainure, côté extrados, n'est pas uniforme mais comporte au moins une zone où ce jeu suit une évolution, cette zone correspondant à une zone du cran considéré où, dans le cas d'un montage à jeu constant tout le long dudit cran se produirait, à vitesse de rotation nominale du disque équipé de ses ailettes, une pointe de contrainte par rapport à la contrainte moyenne le long du cran, l'évolution dudit jeu le long d'une dite zone évoluant dans le même sens que ladite pointe de contrainte.

Selon une réalisation particulière, ladite zone est située du côté du bord de fuite. Ceci se traduit, lors de l'usinage des crans de la racine par un usinage plus profond du cran dans ladite zone, par exemple par modification de l'angle de la trajectoire de la fraise d'usinage pour une racine rectiligne ou par diminution du rayon de courbure de la trajectoire de la fraise d'usinage pour une racine courbe.

On peut également être amené à pratiquer un tel profil de cran, se traduisant par une zone où le jeu est évolutif, du côté correspondant au bord d'attaque de l'ailette.

On va maintenant donner la description d'un exemple de mise en oeuvre de l'invention en se reportant aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 montre une ailette de turbine comportant une racine en "Pied-Sapin".

La figure 2 représente la contrainte le long d'un cran d'une racine en Pied-sapin au cours de la rotation en régime nominal de la turbine, en l'absence de la disposition de la présente invention.

La figure 3 est une vue montrant la disposition selon l'invention. La vue est schématique et partielle selon une coupe parallèle au plan du disque d'ancrage des ailettes et faite du côté de la racine correspondant au bord de fuite de l'ailette.

La figure 4 représente schématiquement une ailette vue perpendiculairement au plan du disque avec en-dessous un diagramme représentant, pour un cran, l'évolution du jeu entre le cran et la paroi correspondante de la rainure du côté du bord de fuite.

La figure 1 montre une ailette 1 de turbine à vapeur comportant une racine 2 en "Pied-sapin" comprenant une pluralité de crans tels que 3. L'ailette comporte un bord d'attaque 4 qui est le côté par où entre la vapeur et un bord de fuite 5.

Les ailettes telles que 1 sont enfilées par leur racine 2 dans des rainures de géométrie complémentaires pratiquées dans un disque rotorique de la turbine.

La figure 2 représente la courbe c de contrainte qui existe, en cours de rotation nominale du disque, le long d'un cran de la racine de l'ailette entre le côté E correspondant au bord d'attaque de l'ailette et celui S correspondant à son bord de fuite.

En trait discontinu, on a figuré la contrainte moyenne m.

On constate sur cette courbe qu'il existe une forte pointe de contrainte du côté S correspondant au bord de fuite de l'ailette.

En se référant maintenant aux figures 3 et 4 on va décrire la disposition de l'invention permettant d'écarter une telle pointe.

La figure 3 montre la racine 2 d'une ailette 1 dans une rainure 6 du disque rotorique 7 d'une turbine. Le côté repéré A correspond au côté intrados et le côté repéré B correspond au côté extrados. La racine de l'ailette représentée comporte quatre crans 3A, 3B, 3C et 3D.

Cette figure 3 montre la racine en section par un plan perpendiculaire à l'axe du disque 7 et du côté de la racine correspondant au bord de fuite de l'ailette, c'est-à-dire là où se produit habituellement une pointe de contrainte dans les crans. On a représenté par la ligne repérée 8 sur la figure 4 le plan correspondant à la section de la racine 2 représentée sur cette figure 3.

On voit ainsi que du côté extrados et à ce niveau de la racine, il existe un jeu J1, J2, J3, J4 entre chaque

cran 3A, 3B, 3C et 3D et la paroi correspondante de la rainure 6.

Ce jeu n'existe pas tout le long de chaque cran comme le montre la figure 4 : cette figure montre, au-dessous d'un schéma représentatif de la racine de l'ailette avec ses crans, vue perpendiculairement à la figure 3, un diagramme de l'évolution du jeu J2, selon n (figure 3), le long du cran 3B.

On voit que le jeu J2 évolue dans le même sens que la pointe de contrainte (Figure 2) c'est-à-dire que l'on augmente le jeu plus on va vers le bord de fuite.

Si cela est nécessaire, si il existe une pointe de contrainte trop élevée du côté correspondant au bord d'attaque de l'ailette, on peut prendre la même mesure de ce côté.

Pour obtenir ce jeu, on agit au cours de l'usinage sur le profil des crans. Par exemple on peut, dans le cas courant d'un pied d'ailette courbe comme celui représenté figure 1, modifier, à partir du point repéré 9 figure 4, le rayon de la trajectoire, (le diminuer) de la fraise d'usinage des crans, de façon à enlever plus de matière. Dans le cas d'un pied rectiligne, on modifie par exemple l'angle de la trajectoire.

Revendications

1. Disposition pour l'écêtement des pointes de contrainte dans l'ancrage d'une ailette (1) de turbine, comportant une racine (2) dite en Pied-sapin. comprenant des crans (3A, 3B, 3C, 3D) dans une rainure (6) de profil correspondant sur un disque (7), caractérisé par le fait que le profil de chaque cran (3), côté extradados (B) de la racine (2) de l'ailette, est tel que le jeu de montage (J) de la racine dans sa rainure, côté extradados, n'est pas uniforme mais comporte au moins une zone où ce jeu suit une évolution, cette zone correspondant à une zone du cran (3) considéré où, dans le cas d'un montage à jeu constant tout le long dudit cran se produirait, à vitesse de rotation nominale du disque équipé de ses ailettes, une pointe de contrainte par rapport à la contrainte moyenne (m) le long du cran, l'évolution dudit jeu (J2) le long d'une dite zone évoluant dans le même sens que ladite pointe de contrainte.
2. Disposition selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite zone est située du côté du bord de fuite.
3. Disposition selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite zone est située du côté du bord d'attaque.
4. Ailette de turbine, comportant une racine (2) dite en Pied-sapin. comprenant des crans (3A, 3B, 3C, 3D), caractérisé en ce que le profil de chaque cran (3), côté extradados (B) de la racine (2) de l'ailette, est

tel que le jeu de montage (J) de la racine dans sa rainure (6), côté extradados, comporte au moins une zone où ce jeu suit une évolution, cette zone correspondant à une zone du cran (3) considéré où, dans le cas d'un montage à jeu constant tout le long dudit cran se produirait, à vitesse de rotation nominale du disque équipé de ses ailettes, une pointe de contrainte par rapport à la contrainte moyenne (m) le long du cran, l'évolution dudit jeu (J2) le long d'une dite zone évoluant dans le même sens que ladite pointe de contrainte.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Begrenzung der Spannungsspitzen in der Verankerung einer Turbinenschaufel (1), die eine Rasten (3A, 3B, 3C, 3D) umfassende Wurzel (2), Tannenbaumfuß genannt, aufweist, in einer Rille (6) mit entsprechendem Profil an einer Scheibe (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Profil jeder Rast (3) saugseitig (B) der Wurzel (2) der Schaufel derart ist, dass das Montagespiel (J) der Wurzel in ihrer Rille saugseitig nicht einheitlich ist sondern wenigstens eine Zone aufweist, in der dieses Spiel einer Entwicklung folgt, wobei diese Zone einer Zone der betrachteten Rast (3) entspricht, in der im Fall einer Montage mit konstantem Spiel entlang der ganzen Rast bei nominaler Rotationsgeschwindigkeit der mit ihren Schaufeln ausgestatteten Scheibe in bezug auf die mittlere Spannung (m) entlang der Rast eine Spannungsspitze auftreten würde, wobei sich die Entwicklung des Spiels (J2) entlang der einen Zone in derselben Richtung entwickelt wie die Spannungsspitze.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Zone auf der Seite der Hinterkante befindet.
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Zone auf der Seite der Vorderkante befindet.
4. Turbinenschaufel, die eine Rasten (3A, 3B, 3C, 3D) umfassende Wurzel (2), Tannenbaumfuß genannt, aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Profil jeder Rast (3) saugseitig (B) der Wurzel (2) der Schaufel derart ist, dass das Montagespiel (J) der Wurzel in ihrer Rille (6) saugseitig wenigstens eine Zone aufweist, in der dieses Spiel einer Entwicklung folgt, wobei diese Zone einer Zone der betrachteten Rast (3) entspricht, in der im Fall einer Montage mit konstantem Spiel entlang der ganzen Rast bei nominaler Rotationsgeschwindigkeit der mit ihren Schaufeln ausgestatteten Scheibe in bezug auf die mittlere Spannung (m) entlang der Rast eine Spannungsspitze auftreten würde, wobei sich

die Entwicklung des Spiels (J2) entlang der einen Zone in derselben Richtung entwickelt wie die Spannungsspitze.

5

Claims

1. An arrangement for clipping stress peaks in the anchoring of a turbine blade (1) including a root (2) that is shaped like a Christmas tree, that includes tangs (3A, 3B, 3C, 3D), and that is received in a correspondingly-shaped groove (6) in a disk (7) so as to anchor said blade thereto. said arrangement being characterized by the fact that the outline of each tang (3), on the extrados side (B) of the blade root (2), is such that the clearance (J) for mounting the root in its groove, on the extrados side, is not uniform but rather it includes at least one zone in which the clearance varies, said zone corresponding to a zone of the tang (3) in question where, if the disk-and-blade assembly were rotating at its rated speed of rotation, there would otherwise occur a stress peak relative to the mean stress (m) along the tang if the blade were mounted with constant clearance along the entire length of said tang, said varying clearance (J2) varying along a said zone with the same sign as said stress peak.

10

15

20

25
2. An arrangement according to claim 1, characterized in that said zone is situated at the trailing edge.

30
3. An arrangement according to claim 1, characterized in that said zone is situated at the leading edge.
4. A turbine blade, including a root (2) that is shaped like a Christmas tree, that includes tangs (3A, 3B, 3C, 3D), said blade being characterized in that the outline of each tang (3), on the extrados side (B) of the blade root (2), is such that the clearance (J) for mounting the root in its groove (6), on the extrados side, includes at least one zone in which the clearance varies, said zone corresponding to a zone of the tang (3) in question where, if the disk-and-blade assembly were rotating at its rated speed of rotation, there would otherwise occur a stress peak relative to the mean stress (m) along the tang if the blade were mounted with constant clearance along the entire length of said tang, said varying clearance (J2) varying along a said zone with the same sign as said stress peak.

35

40

45

50

55

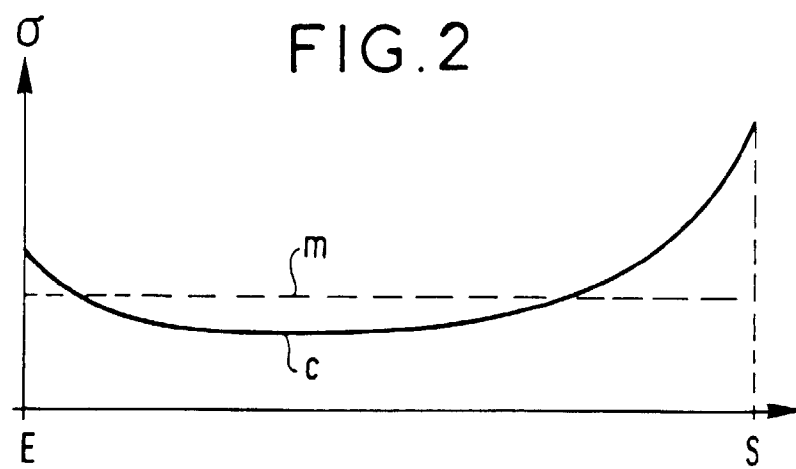
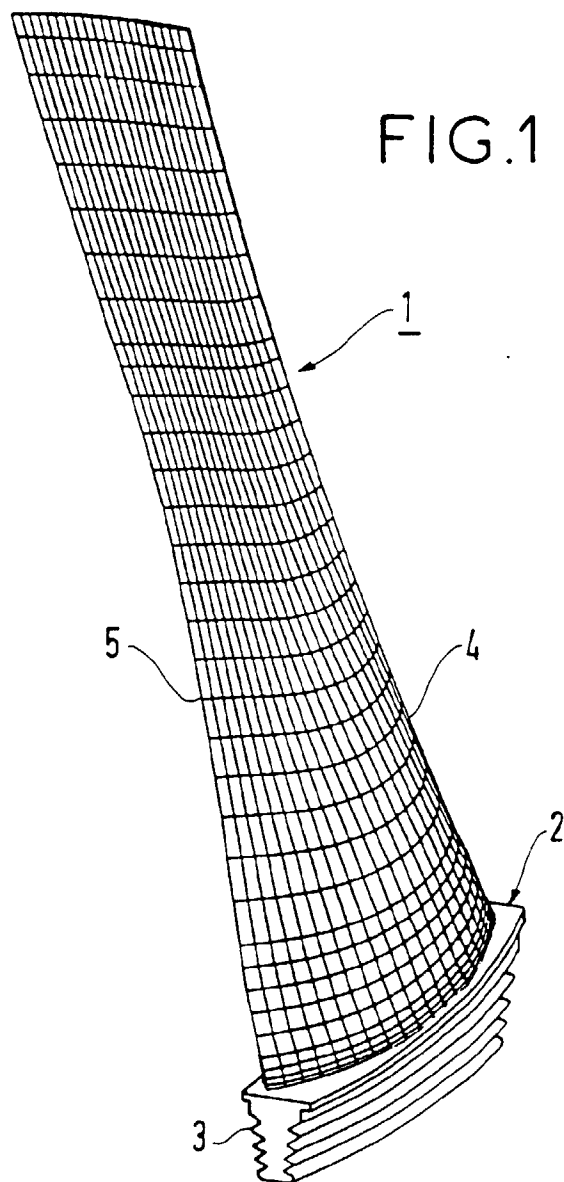


FIG. 3

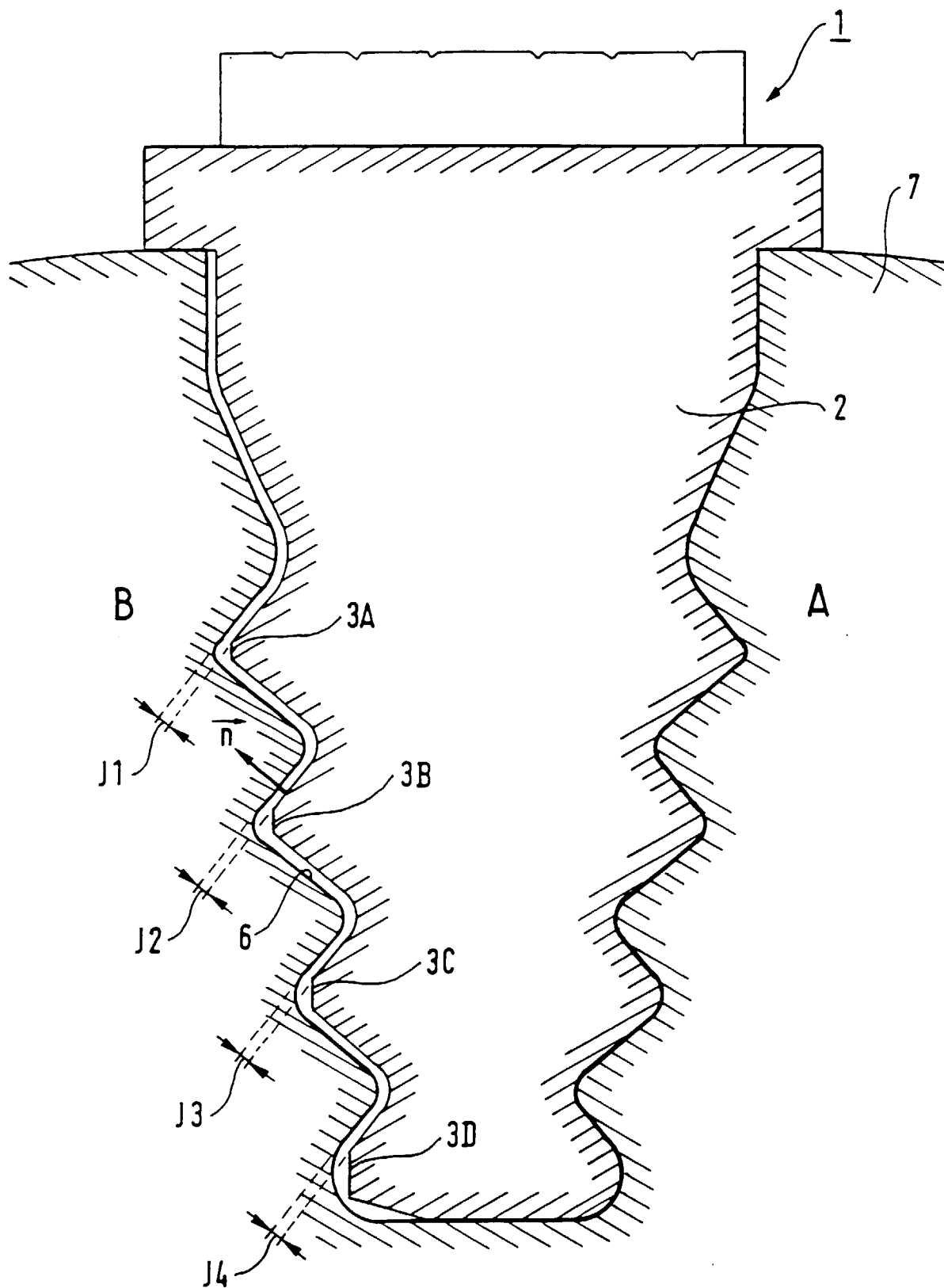


FIG. 4

