

Europäisches Patentamt European Patent Office Office européen des brevets

(11) EP 0 705 959 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43) Veröffentlichungstag:10.04.1996 Patentblatt 1996/15
- (51) Int Cl.6: **F01D 5/30**

- (21) Anmeldenummer: 95810586.8
- (22) Anmeldetag: 20.09.1995
- (84) Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**
- (30) Priorität: 01.10.1994 DE 4435268
- (71) Anmelder: ABB Management AG CH-5401 Baden (CH)
- (72) Erfinder: Nguyen, Uy-Liem, Dr. CH-5404 Dättwil (CH)

(54) Fussform für Turbomaschinenschaufeln

(57) Bei einem beschaufelten Rotor (1) einer Turbomaschine sind die Schaufelfüsse (3) und die Schaufelnuten tannenbaumförmig mit mehreren Kerben (10, 21) und Zacken (11, 20) ausgeformt. Dadurch bilden sich mehrere schräg verlaufende tragende Flächen (F). Die an die tragenden Flächen anschliessenden Kerben (10, 21) im Schaufelfuss (3) und in der Schaufelnut werden im wesentlichen durch einen ersten Kurvenradius (R1) und einen zweiten Kurvenradius (R2) beschrieben.

Der an die tragende Fläche (F) anschliessende erste Kurvenradius (R1) ist kleiner als der zweite Kurvenradius (R2). Der Oeffnungswinkel (W) zwischen einer Tangente (T), die an den durch den ersten Kurvenradius (R1) beschriebenen Kreisbogen (22) am Endpunkt (A, B) der tragenden Fläche anliegt, und der tragenden Fläche (F) beträgt mindestens vierzig Grad.

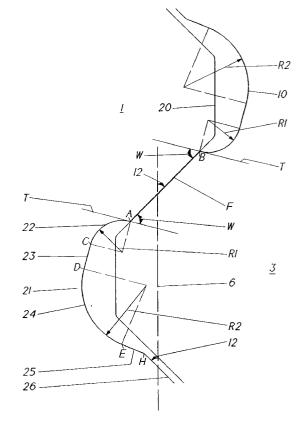


Fig.2

15

20

40

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen beschaufelten Rotor einer Turbomaschine, bei der die Schaufelfüsse und die Schaufelnuten tannenbaumförmig mit mehreren Kerben und Zacken ausgeformt sind, wodurch sich mehrere schräg verlaufende tragende Flächen bilden, wobei die an die tragenden Flächen anschliessenden Kerben im Schaufelfuss und in der Schaufelnut im wesentlichen durch einen ersten Kurvenradius und einen zweiten Kurvenradius beschrieben werden.

Stand der Technik

Derartige beschaufelte Rotoren sind bekannt aus GB-A-2011522. Jede Schaufel weist in ihrem Fussbereich Kerben und Zacken auf, die in die entsprechend geformten Zacken und Kerben in den Längsnuten des Rotors einhaken. Die Kerben werden durch zwei Radien beschrieben, einen grösseren äusseren und einen kleineren inneren Radius. Der grössere Radius liegt beim Rotor radial zur Rotorachse weiter aussen. Bei der Schaufel liegt der grössere Radius radial zur Rotorachse weiter innen. Bei Betrieb des Rotors wirken auf die Schaufeln Zentrifugalkräfte, die über die von den Kerben und Zackenn gebildeten tragenden Flächen vom Rotor kompensiert werden. Durch die oben beschriebene Ausführung der Zacken und Kerben wird anschliessend an die tragenden Flächen ein schmaler Spalt zwischen Schaufel und Rotor gebildet. Dieser Spalt hat den Effekt einer Kapillare, was im Anschluss an die tragenden Flächen Korrosion und Lochfrass verursachen kann. Dies kann zu vorzeitigen Ermüdungsbrüchen im Schaufelfuss oder in der Nut des Rotors führen. Zudem können beim Betrieb des Rotors entstandene Abriebpartikel in die Spalten gelangen, dort verbleiben und eventuell auf die Oberflächen aufgebrachte Schutzschichten zerstören.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem beschaufelten Rotor der eingangs genannten Art vorzeitige Ermüdungsbrüche durch Korrosion in der tannenbaumförmigen Befestigung zu vermeiden und die Spannungsverläufe zu optimieren.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass der an die tragende Fläche anschliessende erste Kurvenradius kleiner ist als der zweite Kurvenradius und dass der Oeffnungswinkel zwischen einer Tangente, die an den durch den ersten Kurvenradius beschriebenen Kreisbogen am Endpunkt der tragenden Fläche anliegt, und der tragenden Fläche mindestens vierzig Grad beträgt.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass der Kapillareffekt in der Nähe der tragenden Fläche eliminiert wird. Abriebpartikel werden nicht mehr zurückgehalten und können keine Schäden an aufgebrachten Schutzschichten hervorrufen. Spannungen im Anschluss an die tragendene Fläche werden abgebaut und damit die Lebensdauer der Bauteile erhöht.

Es ist dabei besonders zweckmässig, wenn der Oeffnungswinkel so gross wie möglich gewählt wird, um Spannungen im Anschluss an die tragende Fläche abzubauen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand des Trommelrotors einer Turbomaschine dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teilquerschnitt durch einen beschaufelten Trommelrotor;

Fig. 2 einen vergrösserten Ausschnitt des Details II aus Fig. 1.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Gemäss Fig. 1 ist ein Trommelrotor 1 mit Laufschaufeln 5 versehen. Die Laufschaufeln 5 bestehen aus Schaufelblatt 4 und Schaufelfuss 3. Die Laufschaufeln sind mit den Schaufelfüssen 3 in achsparallelen, in Längsrichtung verlaufenden Schaufelnuten 2 des Trommelrotors 1 eingesetzt. Der Schaufelfuss 3 ist tannenbaumförmig mit mehreren Kerben 10 und Zacken 11 ausgebildet. Entsprechend sind die Schaufelnuten 2 im Trommelrotor 1 mit Zacken 20 und Kerben 21 ausgebildet. Wird der Rotor gedreht, werden die Laufschaufeln 5 radial nach aussen beschleunigt, wobei sie vom Trommelrotor 1 durch die tannenbaumförmige Befestigung zurückgehalten werden.

Nach Fig.2 ist eine bei der Rotation des Trommelrotors 1 durch die Zentrifugalbeschleunigung der Laufschaufeln 5 entstandene tragende Fläche F zwischen einer Kerbe 10 und einer Kerbe 21 angeordnet. Um die weitere Beschreibung zu vereinfachen, wird die Ausdehnung der Lauf schaufeln und des Trommelrotors senkrecht zur Zeichnungsebene im folgenden vernachlässigt. Punkte entsprechen also in Wirklichkeit Geraden, Linien entsprechen Flächen.

Die tragende Fläche F wird durch ihre Endpunkte A und B und durch ihren Kippwinkel 12 zu einer Parallelen 6 zur Längsachse 7 (Fig.1) der Laufschaufel beschrieben. Der Kippwinkel 12 beträgt üblicherweise vierzig bis fünfzig Grad. Die Kerben 21 des Trommelrotors 1 und die Kerben 10 der Laufschaufeln 5 sind drehsymmetrisch. Im weiteren wird deshalb nur noch die Kerbe 21 beschrieben. Entlang der Kerbe 21 sind Punkte C, D, E und H definiert, die zur Beschreibung der Geometrie der Kerbe dienen.

15

20

25

30

Durch den Endpunkt A der tragenden Fläche F wird eine Gerade T so gelegt, dass sie mit der tragenden Fläche einen Oeffnungswinkel W einschliesst. Der Winkel W beträgt hier aus fertigungstechnisch bedingten Gründen sechzig Grad. Die Gerade T dient als Tangente für einen Kreisbogen A-C 22 mit dem Radius R1 und dem Punkt A als Element des Kreisbogens A-C. Der Mittelpunkt des Kreisbogens A-C 22 liegt somit auf einer Senkrechten zur Tangente T durch den Punkt A. Der Endpunkt des Kreisbogens A-C liegt in C, wo eine Gerade C-D 23 tangential an den Kreisbogen A-C 22 anschliesst. Die Gerade C-D ist zugleich tangential zu einem Kreisbogen D-E 24, der durch den Radius R2 definiert wird. Der Mittelpunkt des Kreisbogens D-E liegt also auf einer Senkrechten zur Geraden C-D 23 durch den Punkt D. Der Radius R2 ist dabei grösser als der Radius R1. Im Punkt E schliesst eine Gerade E-H 25 tangential an den Kreisbogen D-E an. Diese Gerade E-H geht im Punkt H in eine Gerade 26 des Zackens 20 über. Die Gerade 26 ist im Gegenuhrzeigersinn mit dem Kippwinkel 12 gegen die Parallele 6 zur Längsachse 7 der Laufschaufel verkippt.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Der Oeffnungswinkel kann, wenn dies die Herstellungsbedingungen erlauben, mit Vorteil auch noch grösser gewählt werden. Die Form der Kerbe kann auch ohne gerade Teilstücke oder mit einer Kombination von geraden mit gebogenen Teilstücken ausgelegt werden, entscheidend dabei ist immer die Optimierung des Spannungsverlaufes.

Bezugszeichenliste

Trommel-Rotor 1 35 2 Schaufel nuten im Rotor 3 Schaufelfuss 4 Schaufelblatt 5 Laufschaufel 6 Parallele zur Längsachse der Laufschaufel 40 7 Längsachse Laufschaufel 10 Kerbe Laufschaufel 11 Zacken Laufschaufel 12 Kippwinkel 20 Zacken Längsnut 45 21 Kerben Längsnut 22 Kreisbogen A-C 23 Gerade C-D 24 Kreisbogen D-E 25 Gerade E-H 50 26 Gerade R1,R2 Kurven-Radien Endpunkte tragende Fläche AB C,D,E,H Punkte entlang der Kerbe der Längsnut F tragende Fläche W Oeffnungswinkel 55 Т Tangente an Kreisbogen mit Radius R1

Patentansprüche

- Beschaufelter Rotor (1) einer Turbomaschine, bei der die Schaufelfüsse (3) und die Schaufelnuten (2) tannenbaumförmig mit mehreren Kerben (10, 21) und Zacken (11, 20) ausgeformt sind, wodurch sich mehrere schräg verlaufende tragende Flächen (F) bilden, wobei die an die tragenden Flächen anschliessenden Kerben (10, 21) im Schaufelfuss (3) und in der Schaufelnut (2) im wesentlichen durch einen ersten Kurvenradius (R1) und einen zweiten Kurvenradius (R2) beschrieben werden, dadurch gekennzeichnet, dass der an die tragende Fläche (F) anschliessende erste Kurvenradius (R1) kleiner ist als der zweite Kurvenradius (R2) und dass der Oeffnungswinkel (W) zwischen einer Tangente (T), die an den durch den ersten Kurvenradius (R1) beschriebenen Kreisbogen (22) am Endpunkt (A, B) der tragenden Fläche anliegt, und der tragenden Fläche (F) mindestens
- 2. Beschaufelter Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kerben (10, 21) durch eine Kombination von Kreisbögen (22, 24) und an den Kreisbögen tangential anliegenden Geraden (23, 25) gebildet sind.

vierzig Grad beträgt.

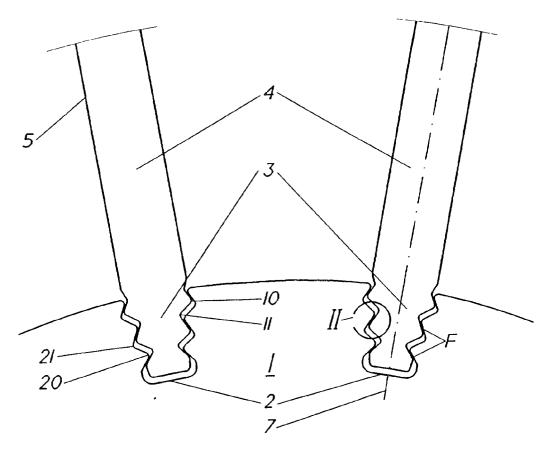


Fig.I

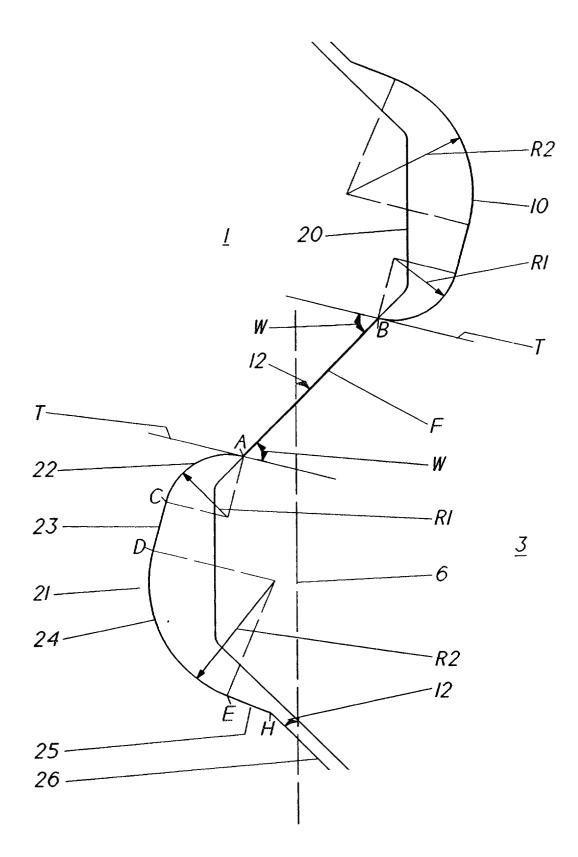


Fig.2