

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 707 135 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.04.1996 Patentblatt 1996/16

(51) Int Cl. 6: F01D 5/30

(21) Anmeldenummer: 95810614.8

(22) Anmeldetag: 03.10.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: 14.10.1994 DE 4436729

(71) Anmelder: ABB Management AG
CH-5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:

- Nguyen, Uy-Liem, Dr.
CH-5405 Baden-Dättwil (CH)
- Wieland, Ueli
CH-5430 Wettingen (CH)

(54) Beschaufelter Rotor

(57) Bei einem beschaufelten Rotor (1) einer axial durchströmten Turbomaschine bestehen die Schaufeln, im wesentlichen aus einem Schaufelblatt (2a) und einem Schaufelfuss (2b). Sie sind mit ihren Schaufelfüßen (2b) reihenweise in umlaufenden Schaufelnutten (11) mit seitlichen Tragzacken befestigt. Zwischen Schaufelblatt (2a) und Schaufelfuss (2b) ist eine zur Montage der Schaufeln auf dem Rotor (1) dienende Schulter (6) angebracht. Die Schaufelnutten (11) sind symmetrisch zu den zugehörigen Symmetrieebenen (8b) durch mehrere Radien (R1-R4) ausgeformt, wobei der vorangehende Radius (R1) jeweils grösser als der nachfolgende Radius (R2) ist. Die durch die Radien (R1-R4) gebildeten Kreisbögen (21-24) besitzen an ihren Berührungs punkten eine gemeinsame Tangente (T).

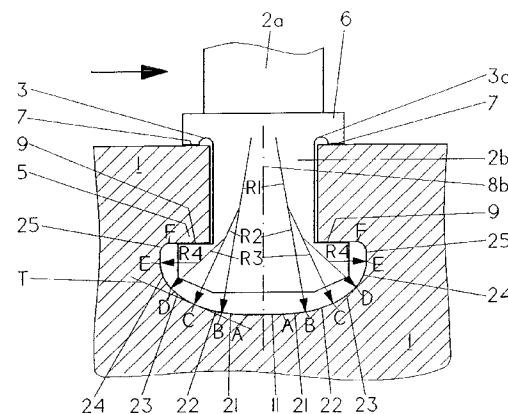


Fig.2

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen beschaukelten Rotor einer axial durchströmten Turbomaschine, bei welcher die Schaufeln, im wesentlichen bestehend aus einem Schaufelblatt und einem Schaufelfuss, mit ihren Schaufelfüßen reihenweise in umlaufenden Schaufelnuten mit seitlichen Tragzacken befestigt sind.

Stand der Technik

Derartige beschaukelte Rotoren sind bekannt. Die Schaufeln werden mit ihren Füßen in die umlaufenden Nuten eingedreht. Dies wird durch den rechteckförmigen Grundriss des Schaufelfusses ermöglicht. Die Schaufeln können um neunzig Grad verdreht in die Nut eingesetzt werden. In der Nut werden die Schaufeln in ihre richtige Position gedreht. Dies geschieht meistens auch durch Hämmern im Bereich zwischen Schaufelblatt und Schaufelfuss, was jedoch zu Beschädigungen der Schaufel führen kann.

Damit die Schaufeln in die Nut eingesetzt werden können, werden die Schaufelfüsse und die Nuten mit Spiel gefertigt. Nach dem Einsetzen der Schaufeln werden deshalb üblicherweise Metallstreifen zwischen den Schaufelfuss und den Nutgrund geschoben. Dadurch wird das Spiel ausgeglichen und die Schaufeln an ihrer richtigen Position fixiert. Beim Einbringen der Unterlagen kann jedoch der Nutgrund beschädigt werden.

Zudem ist durch die Unterlagen der Nutgrund der umlaufenden Nut festgelegt und kann nicht verändert werden.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem beschaukelten Rotor der eingangs genannten Art die Schaufeln ohne Beschädigungen des Nutgrundes und der Schaufeln in den Rotor einzubauen und die Nuten optimal auszugestalten.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass zwischen Schaufelblatt und Schaufelfuss eine zur Montage der Schaufeln auf dem Rotor dienende Schulter angebracht ist, und dass die Schaufelnuten symmetrisch zu den zugehörigen Symmetrieebenen durch mehrere Radien ausgeformt sind, wobei der vorangehende Radius jeweils grösser als der nachfolgende Radius ist und die durch die Radien gebildeten Kreisbögen an ihren Berührungs punkten eine gemeinsame Tangente besitzen.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass Unterlagen zwischen Nutgrund und Schaufelfuss nicht mehr benötigt werden. Der Nutgrund der umlaufenden Nuten wird deshalb frei formbar. Die Spannungsverläufe in den Nuten können deshalb mit Hilfe der Methode der finiten Elemente optimiert werden. Bei der Montage der Schaufeln dient die Schulter zusätz-

lich als Schutz vor Beschädigungen der Schaufel.

Es ist besonders zweckmässig, wenn zur Fixierung der Schaufeln zwischen Rotor und Schulter Unterlagen geschoben werden.

5

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer axial durchströmten Dampfturbine schematisch dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Teillängsschnitt eines beschaukelten Rotors;
- 15 Fig. 2 einen vergrösserten Ausschnitt des Details II aus Fig. 1;
- Fig. 3 einen Teilquerschnitt durch den Rotor entlang der Linie III-III in Fig. 1.

20

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind von der Anlage beispielsweise sämtliche nichttrotzenden Teile. Die Strömungsrichtung des Arbeitsmittels ist mit einem Pfeil bezeichnet.

25

Weg zur Ausführung der Erfindung

Fig. 1 zeigt drei Laufreihen eines Hochdruckrotors 1. Die einzelnen Schaufeln 2, im wesentlichen bestehend aus Schaufelblatt 2a, Schaufelfuss 2b und Schulter 6, sind in umlaufenden Schaufelnuten 10, 11 und 12 eingesetzt. Die Schaufelnut 10 liegt dabei dampfeintrittseitig, die Schaufelnut 12 dampfaustrittseitig. Die strömungsbegrenzende Kontur 4 des nicht dargestellten Zylinders ist strichpunktiert angegeben.

In Fig. 2 ist die Hammerkopfform des Schaufelfusses 3 im Detail dargestellt. Die beim Betrieb auftretenden Kräfte werden über Tragzacken 5 der Schaufelnut 11 in den Rotor 1 eingeleitet. Dadurch bilden sich zwischen Schaufelfuss 2b und Schaufelnut 11 Trageflächen 9 aus. Die Schulter 6 ist zwischen Schaufelfuss 2b und Schaufelblatt 2a angeordnet. Die Schulter 6 ist im wesentlichen quaderförmig ausgestaltet. Gemäss Fig. 2 und Fig. 3 befinden sich in der dem Rotor 1 zugewandten Seite der Schulter 6 Einbuchtungen 3a und 3b. Durch diese Einbuchtungen 3a und 3b werden Auflageflächen 7 gebildet, über die sich die Schaufel 2 bei der Montage auf dem Rotor 1 abstützt. Eine Distanz X zwischen der Auflagefläche 7 und der Tragefläche 9 ist so gewählt, dass bei der Fertigung für die Schaufelnut 11 negative Toleranzen und für die Schaufel 2 positive Toleranzen vorgesehen sind. Daraus ergibt sich ein für die Montage der Schaufeln 2 nötiges Spiel. Dieses muss eventuell durch nicht dargestellte Unterlagen ausgeglichen werden, die bei der Auflagefläche 7 zwischen Rotor 1 und Schulter 6 unterlegt werden.

Die dampfeintrittseitigen Konturen der Schaufelnuten 10, 11 und 12 sind bezüglich der jeweils zugehörigen Sym-

metrieebene 8a, 8b und 8c spiegelsymmetrisch zu der dampfaustrittseitigen Kontur. Deshalb wird im weiteren nur noch die dampfeintrittseitige Kontur beschrieben. Die Symmetrieebenen 8a, 8b und 8c liegen senkrecht zum Rotor und in der Mitte der zugehörigen Schaufelnut 10, 11 oder 12.

Die Form der Schaufelnut 11 wird durch mehrere, aufeinanderfolgende Radien R1, R2, R3 und R4 beschrieben. Der Radius R1 ist grösser als R2, R2 ist grösser als R3 und R3 ist grösser als R4. Auf der Kontur des Teiles der Schaufelnut 11, der durch die Radien R1 bis R4 beschrieben wird, sind Punkte A, B, C, D und E definiert. Diese Punkte unterteilen die Kontur in durch die Radien R1 bis R4 beschriebene Kreisbögen 21, 22, 23 und 24. Kreisbogen 21 geht dabei von Punkt A zu Punkt B, Kreisbogen 22 geht von Punkt B zu Punkt C, und so weiter. Die Punkte A-E sind jeweils Orte von gemeinsamen Tangenten der sich dort berührenden Teilkurven. So sei eine Gerade T durch den Punkt C eine Tangente des durch den Radius R2 beschriebenen Kreisbogens 22, dann ist die Gerade T auch Tangente des durch den Radius R3 beschriebenen Kreisbogens 23. Daraus folgt, dass die Mittelpunkte der Kreisbögen 22 und 23 auf einer senkrechten zur Tangenten T durch den Punkt C liegen. Entsprechendes gilt für die Mittelpunkte der weiteren Kreisbögen.

Vom Punkt E aus wird die Nut durch eine im wesentlichen beliebig geformte Kurve 25 beschrieben. Die weiteren Schaufelnuten 10, 12 des Rotors 1 sind gleich ausgestaltet wie die Schaufelnut 11.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Die Anzahl und Grösse der zur Beschreibung der Nut verwendeten Radien muss den jeweiligen Erfordernissen angepasst werden. Auch kann die Nut asymmetrisch ausgeformt werden, wenn dies der optimale Spannungsverlauf erfordert. Die Ausführung der Schulter kann auch anders erfolgen. Die Zahl der Auflageflächen und die Ausformung der Schulter ist beliebig. Wesentlich ist, dass der Nutgrund frei formbar bleibt. Bei der Verwendung von Zwischenstücken, die zwischen den Schaufelfüßen angeordnet werden, wird selbstverständlich auch an den Zwischenstücken eine Schulter angebracht.

Bezugszeichenliste

- 1 Rotor
- 2 Schaufel
- 2a Schaufelblatt
- 2b Schaufelfuss
- 3a Einbuchtungen
- 3b Einbuchtungen
- 4 Zylinderkontur
- 5 Trage zacken
- 6 Schulter
- 7 Auflagefläche
- 8a Symmetrieebene Schaufelnut 10

- | | |
|----------------|--|
| 8b | Symmetrieebene Schaufelnut 11 |
| 8c | Symmetrieebene Schaufelnut 12 |
| 9 | Trageflächen |
| 10 | Schaufelnut arbeitsmitteleintrittseitig |
| 5 | 11 Schaufelnut |
| | 12 Schaufelnut arbeitsmittelaustrittseitig |
| 21 | Kreisbogen A-B |
| 22 | Kreisbogen B-C |
| 10 | 23 Kreisbogen C-D |
| | 24 Kreisbogen D-E |
| | 25 Teilkurve E-F |
| R1, R2, R3, R4 | Radius der Kreisbögen |
| A-F | Punkte auf der Nutkontur |
| X | Distanz Tragfläche-Auflagefläche |
| T | Tangente |
- 20 Patentansprüche**
1. Beschaufelter Rotor (1) einer axial durchströmten Turbomaschine, bei welcher die Schaufeln (2), im wesentlichen bestehend aus einem Schaufelblatt (2a) und einem Schaufelfuss (2b), mit ihren Schaufelfüßen (2b) reihenweise in umlaufenden Schaufelnuten (10, 11, 12) mit seitlichen Tragzacken befestigt sind, dadurch gekennzeichnet, dass
 - 25 zwischen Schaufelblatt (2a) und Schaufelfuss (2b) eine zur Montage der Schaufeln (2) auf dem Rotor (1) dienende Schulter (6) angebracht ist, und dass die Schaufelnuten (10, 11, 12) symmetrisch zu den zugehörigen Symmetrieebenen (8a, 8b, 8c) durch mehrere Radien (R1-R4) ausgeformt sind, wobei der vorangehende Radius (R1) jeweils grösser als der nachfolgende Radius (R2) ist und die durch die Radien (R1-R4) gebildeten Kreisbögen (21-24) an ihren Berührungs punkten eine gemeinsame Tangente (T) besitzen.
 - 30 2. Beschaufelter Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - 35 durch Einbuchtungen (3a, 3b) der Schulter (6) mehrere Auflageflächen (7) ausgebildet sind, die auf dem Rotor (1) aufliegen.
 - 40 3. Beschaufelter Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - 45 zwischen der Schulter (6) und dem Rotor (1) Unterlagen zur Fixierung der Schaufeln (2) angebracht sind.

55

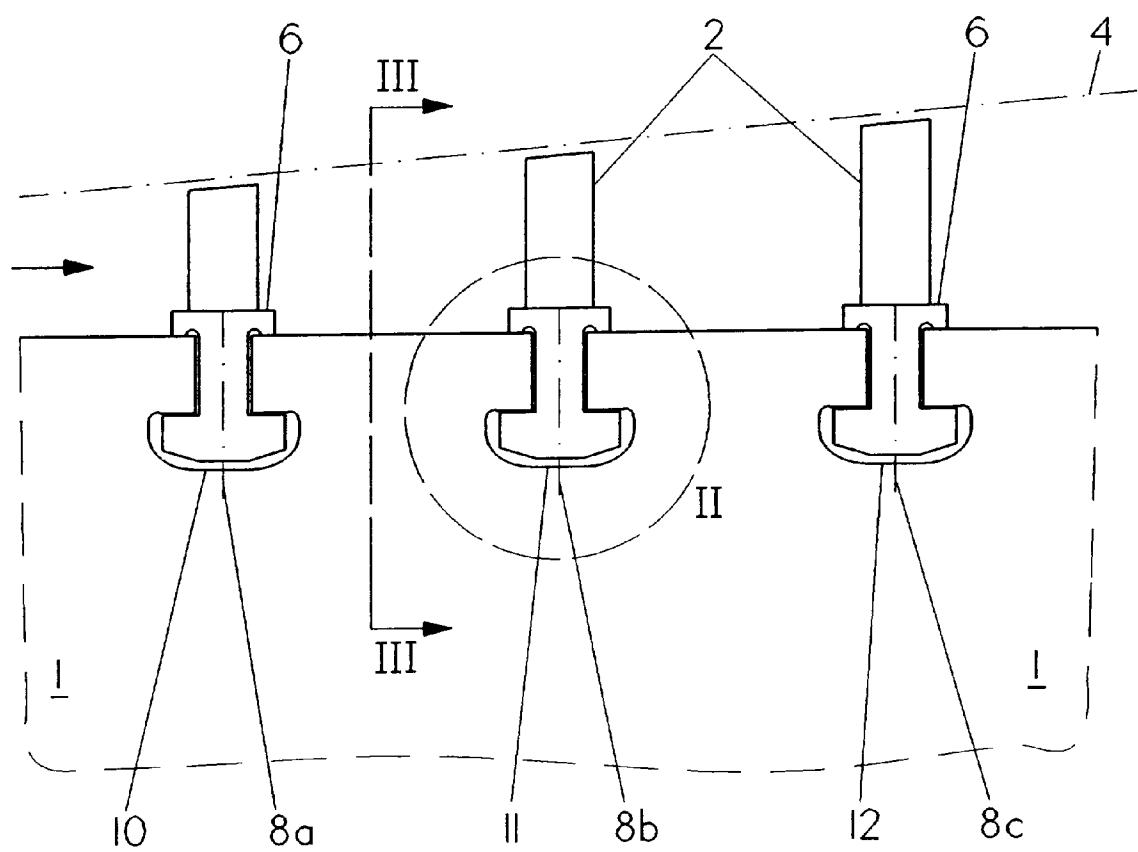


Fig.I

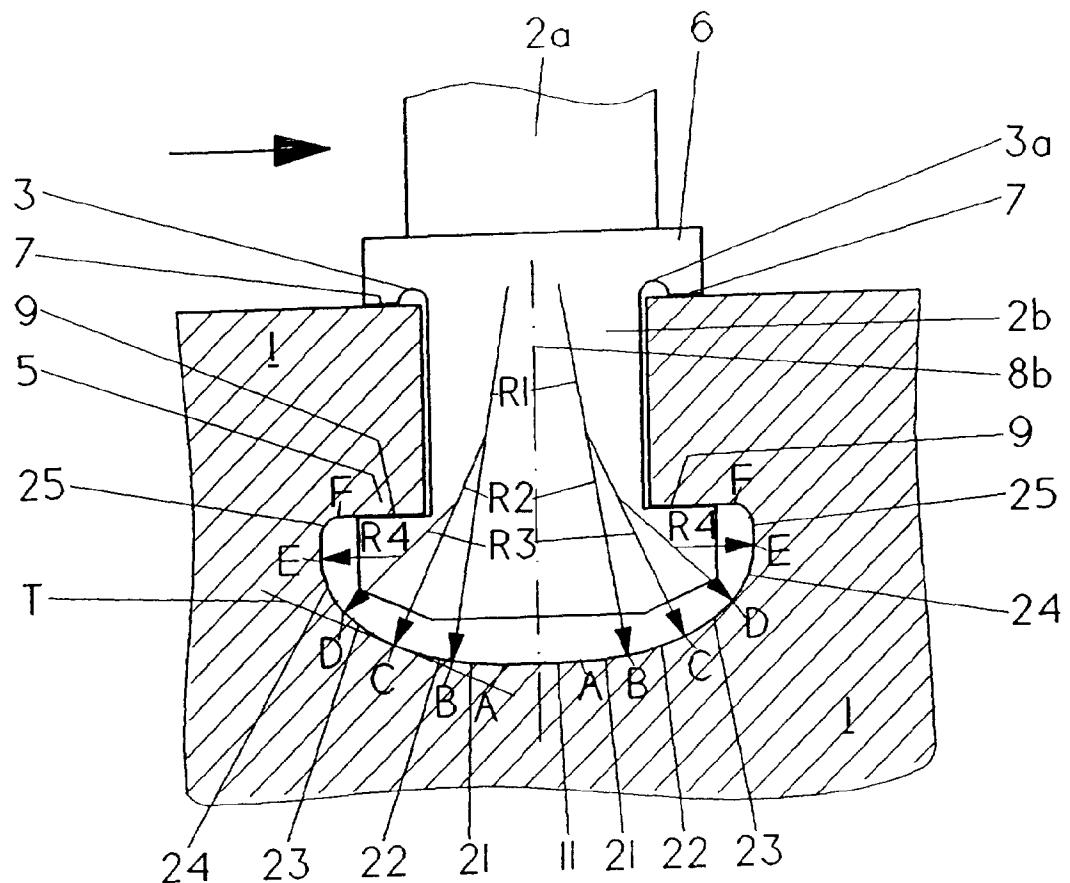


Fig.2

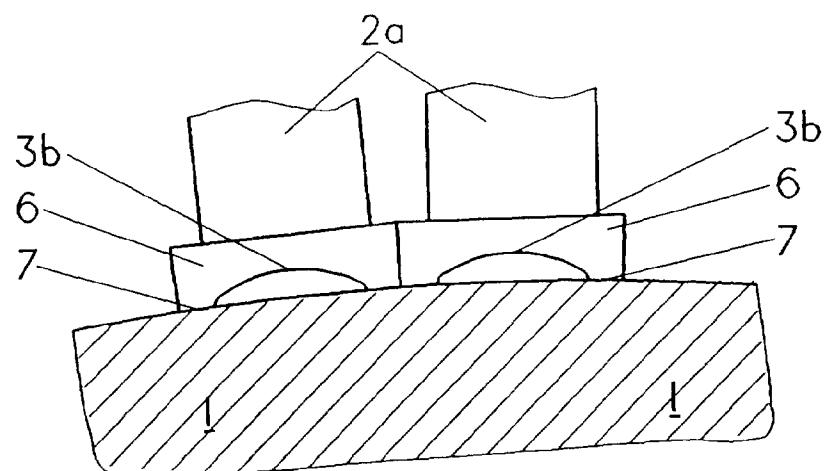


Fig.3