

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 863 296 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.09.1998 Patentblatt 1998/37

(51) Int Cl. 6: F01D 25/32, F01D 5/18

(21) Anmeldenummer: 98810079.8

(22) Anmeldetag: 04.02.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstrecksstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• **Faller, Kurt**
5200 Brugg (CH)
• **Fried, Reinhard**
5415 Nussbaumen (CH)

(30) Priorität: 08.03.1997 DE 19709607

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Ernst, Peter, Dr.**
8174 Stadel (CH)

(54) Leitschaufel für Dampfturbinen

(57) Eine Leitschaufel für Dampfturbinen mit einem durch einen Unterdruck beaufschlagten Hohlraum (18) im Schaufelinnern ist mit einer Öffnung (3) für eine Fluidabsaugung im Bereich der Schaufelhinterkante (4) versehen. Diese Öffnung ist mit einer porösen, Abdeckung (7) versehen. Die Abdeckung ist so dimensioniert, dass ihre sämtlichen Kapillaren während des Betriebes mit dem abzusaugenden Fluid gefüllt sind. Sie ist mit einem mechanischen Befestigungselement (20) in der Leitschaufel verankert.

Das mechanische Befestigungselement (20) ist ein federbelasteter Schnellverschluss und besteht aus einer Büchse (21), welche die Abdeckung in der Schaufelöffnung (3) fixiert und mit ihrem zylindrischen Teil (24) in den Schaufelhohlraum (18) hineinragt sowie aus einem im Innern der Büchse axial verschiebbaren Dorn (25), welcher mit Federmittel (26) bestückt ist und an seinem Ende mit einer auf der Innenwand der Schaufel aufliegenden Kappe (28) versehen ist.

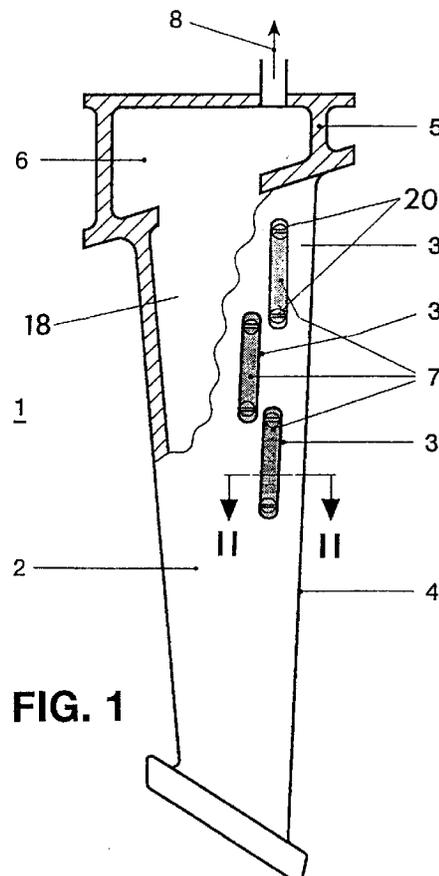


FIG. 1

EP 0 863 296 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung bezieht sich auf eine Leitschaufel für Dampfturbinen mit einem durch einen Unterdruck beaufschlagten Hohlraum im Schaufelinnern, mit mindestens einer mit einer porösen, Kapillaren aufweisenden Abdeckung versehenen Öffnung für eine Fluidabsaugung von der Schaufeloberfläche, vorzugsweise im Bereich der Schaufelhinterkante, wobei die Öffnung in den Hohlraum mündet und wobei die Abdeckung so dimensioniert ist, dass sämtliche Kapillaren während des Betriebes mit dem abzusaugenden Fluid gefüllt sind.

STAND DER TECHNIK

Allgemein bekannt sind Leitschaufeln im Niederdruckteil von Dampfturbinen, die mit einer Wasserabsaugung versehen sind. Leitschaufeln dieser Art weisen beispielsweise im Bereich ihrer Hinterkante Öffnungen auf, die als Schlitz parallel zur Schaufelkante oder als Bohrungen ausgebildet sind, und die in einen Hohlraum im Innern der Leitschaufel führen. Die Hohlräume aller Leitschaufeln sind mit einem ringförmigen Kanal verbunden, der selbst mit dem Kondensator der Dampfturbinenanlage verbunden ist. Vom Kondensator her wird der Hohlraum im Innern der Leitschaufel mit einem vergleichsweise geringen Unterdruck beaufschlagt. Mit Hilfe dieses Unterdrucks wird an der Oberfläche der Leitschaufel kondensiertes Wasser in die Öffnungen gesaugt und gelangt von dort weiter in den Kondensator. Ohne diese Absaugung würden sich auf der Leitschaufel Wassertropfen ausbilden, die sich von der stromabwärts gelegenen Schaufelkante ablösen und auf die mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Laufschaufeln der Dampfturbine auftreffen würden. Dieses Auftreffen der Wassertropfen kann an den Laufschaufeln eine erhebliche Erosion verursachen. Durch die Wasserabsaugung kann diese Erosionsquelle beseitigt werden.

Durch diese Öffnungen, die einen vergleichsweise grossen Querschnitt aufweisen, wird in der Regel zusammen mit dem Wasser auch Dampf abgesaugt, was eine Reduktion des Wirkungsgrades der Dampfturbine mit sich bringt. Ferner stören die Kanten dieser Öffnungen die Dampfströmung entlang der Leitschaufeln.

Aus der DE-A1-2 038 047 ist zudem bekannt, diese Öffnungen für die Wasserabsaugung mit porösem, flüssigkeitsdurchlässigem Material abzudecken. Mit Hilfe eines vergleichsweise grossen Druckgefälles wird das poröse Material dauernd teilweise leergesaugt, um genügend offene Poren zu schaffen, in welche dann das die Schaufeloberfläche benetzende Wasser mit Hilfe der Kapillarwirkung hineingezogen wird. Mit Hilfe des Druckgefälles wird dann das Wasser aus den Poren in den Schaufelhohlraum abgesaugt. Bei dieser Art der Ausnutzung des vergleichsweise grossen Druckgefälles wird trotz der porösen Abdeckung ein gewisser An-

teil des um die Schaufel strömenden Dampfes ebenfalls mit abgesaugt, was eine Leistungsreduktion der Turbine zur Folge hat. Für die Aufrechterhaltung des vergleichsweise grossen Druckgefälles für die Wasserabsaugung wird eine vergleichsweise grosse Energiemenge verbraucht.

Eine Leitschaufel der eingangs genannten Art ist bekannt aus der DE-A1-195 04 631. Bei dieser Leitschaufel wird durch die poröse Abdeckung und die flüssigkeitsgefüllten Kapillaren eine der Unterdruckbeaufschlagung standhaltende Wand gebildet. Diese Wand ist nur dort, wo sie mit dem Fluid benetzt wird, für das Fluid durchlässig. Die poröse Abdeckung weist eine Porengrösse auf, die auf das abzusaugende Fluid und den Unterdruck abgestimmt ist. Die Öffnungen für die Fluidabsaugung weisen einen vergleichsweise kleinen wirksamen Querschnitt auf. Zwischen dem unterdruckbeaufschlagten inneren Hohlraum und dem dampfbeaufschlagten Turbineninneren ist im Betrieb stets eine dichte Wand vorhanden, die sich aus dem porösen Material der Abdeckung und dem in allen Kapillaren dieser Abdeckung enthaltenen Fluid aufbaut. Diese dichte Wand hält dauernd dem als Sperrdruck bezeichneten Druckgefälle zwischen dem Turbineninneren und dem mit Unterdruck beaufschlagten inneren Hohlraum stand. Das die Oberfläche der Leitschaufel benetzende Wasser tritt zwar durch diese Wand hindurch, Dampf kann dabei jedoch nicht mitgerissen werden, da für ihn die Wand massiv und undurchdringlich ist. Der Wirkungsgrad der Dampfturbine wird durch die Wasserabsaugung an den Leitschaufeln nicht nennenswert reduziert, ihre Verfügbarkeit wird jedoch wesentlich erhöht, da durch Wassertropfen bedingte Erosionserscheinungen nun nicht mehr auftreten.

Die Öffnungen für die Abdeckungen sind in der Schaufel im Bereich der Hinterkante als parallel zur Schaufelkante verlaufende ein- oder mehrteilige Nut ausgebildet. Die poröse Abdeckung ist mit der Leitschaufel durch ein flächiges oder stellenweises Verlöten, durch eine Verschweissung, durch ein Verkleben und/oder durch ein mechanisches Verstemmen verbunden. Alle diese bekannten Befestigungsmethoden erschweren die Austauschbarkeit der Abdeckung im Bedarfsfall.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Leitschaufel der eingangs genannten Art mit lösbaren Mitteln zur Fluidabsaugung zu versehen.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass die poröse Abdeckung mit einem mechanischen Befestigungselement in der Leitschaufel verankert ist.

Es ist zweckmässig, wenn das Befestigungselement ein federbelasteter Schnellverschluss ist, im wesentlichen bestehend aus einer in den Schaufelhohlraum hineinragenden Büchse und einem im Innern der Büchse axial verschiebbaren Dorn, der den Boden der

Büchse durchdringt und an seinem Ende mit einer auf der Innenwand der Schaufel aufliegenden Kappe versehen ist. Mit dieser Massnahme kann ein extrem flaches Element konzipiert werden, welches möglichst nahe an der zu entwässernden Schaufelhinterkante angebracht werden kann.

Es ist sinnvoll, wenn die Kappe an ihrem zylindrischen Aussenumfang mit vier Abflachungen versehen ist. Zwei einander gegenüberliegende Abflachungen sind so gewählt, dass die Kappe beim Einführen in den Schaufelhohlraum gegen die Federkraft die Öffnung durchdringt. Danach wird mittels des Dorns die Kappe um 90° gedreht und mit zwei weiteren einander gegenüberliegenden Abflachungen von der Federkraft auf die die Öffnung begrenzenden Innenwandungen der Schaufel angepresst. Das Montieren und Demontieren der Abdeckung kann damit auf einfachste Art erfolgen.

Wenn die Federmittel aus einem Paket von Tellerfedern gebildet sind, können mit der entsprechenden Federwahl die Anpress- bzw. Vorspannkräfte an die vorhandenen Bedingungen angepasst werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine mit drei gestaffelten Abdeckungen versehene Leitschaufel;
- Fig. 2 einen Teilschnitt durch die Leitschaufel nach Linie II-II in Fig. 1;
- Fig. 3 das Detail III aus Fig. 2;
- Fig. 4 einen Schnitt durch eine Kapillare einer mit einem Fluid getränkten porösen Abdeckung;
- Fig. 4a und 4b das Durchtreten des Fluids durch die poröse Abdeckung;
- Fig. 5 den durch die fluidgetränkte poröse Abdeckung gehaltenen Sperrdruck in Abhängigkeit von der Korngrösse des für die Herstellung der porösen Abdeckung verwendeten Materials;
- Fig. 6 die Menge des durch die poröse Abdeckung durchtretenden Fluids in Abhängigkeit von der Korngrösse des für die Herstellung der porösen Abdeckung verwendeten Materials und vom auf die Abdeckung einwirkenden Druck;
- Fig. 7 ein vorgefertigtes, einbaufertiges Befestigungselement.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze einer Leitschaufel 1 einer Dampfturbine, deren Schaufelblatt 2 aus zwei vor-

geformten Blechen zusammengeschweisst ist und welches mittels einer Schweissverbindung mit dem Fuss 5 verbunden ist. In die Oberfläche des Schaufelblatts 2 sind mehrere, einander überlappende Öffnungen 3 in Form von Längsnuten eingefräst. Diese erstrecken sich parallel zur stromabwärts gelegenen Schaufelhinterkante 4. Diese Nuten 3 müssen nicht über die gesamte Länge der Leitschaufel 1 verlaufen, sondern werden nur dort vorgesehen, wo Flüssigkeit abgesaugt werden soll. In der Regel wird man das radial äussere Drittel der Schaufel mit der Absaugvorrichtung bestücken.

Im Fuss 5 der Leitschaufel 1 ist ein Hohlraum 6 vorgesehen, der sich in den inneren Hohlraum 18 des Schaufelblatts 2 erstreckt. In diesen Hohlraum 18 münden die Nuten 3 ein. Die Hohlräume 6 und 18 sind mit dem nicht dargestellten, unter Unterdruck stehenden Kondensator der Dampfturbinenanlage verbunden und stehen somit selbst unter Unterdruck. Mit 8 ist die Abströmungsrichtung des aus dem Hohlraum 6 in den Kondensator abzuziehenden Wassers bezeichnet.

Zum Wasserabsaugen ist jede Nut 3 mit einer porösen Abdeckung 7 versehen, die sie gegen die Oberfläche des Schaufelblatts 2 abschliesst. Die poröse Abdeckung 7 in Form eines Streifens eines hochporösen Sinterwerkstoffs auf Chrom-Nickel-Basis liegt auf einem Absatz 9 der Nutflanke auf (Fig. 3). Der Differenzdruck an der porösen Abdeckung 7 liegt üblicherweise im Bereich von 10 bis 50 mbar, vorzugsweise bei ca. 20 mbar.

In einer Versuchsanordnung wurde der Nachweis erbracht, dass das Absaugen von in dünnen Strahlen über das Schaufelblatt 2 fliessenden Wasser in den angestrebten Mengen möglich ist. Deutlich war vor allem erkennbar, dass das Wasser sofort in die Kapillaren der porösen Abdeckung 7 hineingezogen wurde. Der Differenzdruck von 20 mbar reicht hier aus, um das Wasser durch die poröse Abdeckung 7 hindurch in die Nut 3 zu befördern.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise seien die Fig. 4, 4a und 4b näher betrachtet. Gezeigt ist schematisch ein Schnitt durch eine einzelne, vereinfacht dargestellte Kapillare 11 einer vollständig mit einem Fluid getränkten porösen Abdeckung 7. Die Kapillare 11 ist, wie alle übrigen Kapillaren 11 der porösen Abdeckung 7 mit einem Fluid gefüllt. Die Kapillaren 11 sind in der porösen Abdeckung 7 miteinander vernetzt, sodass sich beim Auftreffen eines Fluids an einer Stelle der porösen Abdeckung 7 sofort die Gesamtheit aller Kapillaren 11 mit diesem Fluid füllt. Bei Dampfturbinen ist das Fluid in der Regel destilliertes Wasser. Wegen der Oberflächenspannung des Wassers und wegen der Kapillarwirkung bildet sich in der Kapillare 11 eine Wassersäule 12 aus. An beiden, der jeweiligen Oberfläche der porösen Abdeckung 7 zugewandten Seiten der Wassersäule 12 bildet sich jeweils ein Meniskus 13a, 13b aus. Die Form der Menisken 13a, 13b wird durch die Oberflächenspannung des Wassers bestimmt. Der Meniskus 13a ist der dampfbeaufschlagten Seite der porösen Abdeckung 7 zugeordnet. Die Oberfläche 14 der porösen Abdeckung

7 ist ebenfalls der dampfbeaufschlagten Seite zugeordnet, während die Oberfläche 15 dieser Abdeckung der Kondensatorseite, also der mit Unterdruck beaufschlagten Seite der Abdeckung 7 zugeordnet ist.

Die Wassersäule 12 bleibt im Normalfall dauernd bestehen, sie wird durch die anstehende Druckdifferenz, den sogenannten Sperrdruck, nicht aus der Kapillare 11, bzw. aus der Gesamtheit aller Kapillaren 11 entfernt. Die poröse Abdeckung 7 bildet mit dem in allen Kapillaren 11 vorhandenen Wassersäulen 12 eine druckdichte Wand, die dem anstehenden Sperrdruck stets standhält, sodass kein Dampf durch diese Wand in den Kondensator abgesaugt werden kann, sodass bei dieser Ausführung der porösen Abdeckung 7 kein Wirkungsgradverlust der Dampfturbine infolge von Dampfverlusten auftritt.

Gemäss Fig. 4a fliesst über die Oberfläche 14 eine Strähne 16 von an der Leitschaufel 1 kondensiertem Wasser. Sobald diese Strähne 16 eine Kapillare 11 erreicht, wird der obere Meniskus 13a der Wassersäule 12 zerstört. Die Kapillarwirkung und die Oberflächenspannung des unteren Meniskus 13b reichen nun nicht mehr aus, die Wassersäule 12 stationär zu halten, das Wasser aus der Strähne 16 dringt in die Kapillare 11 ein und der untere Meniskus 13b geht über in eine Ausbauchung 17. Die Ausbauchung 17 nimmt wegen des durch die Kapillare 11 nachströmenden Wassers eine Tropfenform an, wie in Fig. 4b dargestellt. Der so entstehende Wassertropfen tropft dann ab und wird durch den Unterdruck in den Kondensator befördert. Dieses Abtropfen erfolgt solange bis das gesamte Wasser der Strähne 16 in diese und die benachbarten Kapillaren 11 abgeströmt ist. Nach dem Abfliessen und Abtropfen des letzten Wasserrests bleiben die mit der Wassersäule 12 gefüllten Kapillaren 11 zurück und dichten die poröse Abdeckung 7 wieder gegen den Sperrdruck ab und vermeiden so einen unerwünschten Dampfdurchtritt. Als besonders vorteilhaft erweist es sich, dass die gesamte der mit Unterdruck beaufschlagten Seite der Abdeckung 7 zugeordnete Oberfläche 15 für das Abtropfen zur Verfügung steht, da sich das Wasser durch die miteinander vernetzten Kapillaren so verteilt, dass es an der gesamten Oberfläche 15 austritt. Diese Anordnung ist für den Durchtritt von vergleichsweise grossen Wassermengen gut geeignet.

In der Fig. 5 ist der durch die fluidgetränkte poröse Abdeckung 7 gehaltene Sperrdruck in Abhängigkeit von der Korngrösse des für die Herstellung der porösen Abdeckung 7 verwendeten Materials, und damit indirekt von der Grösse der Kapillaren 11, dargestellt. Auf der Ordinate dieses Diagramms ist der Sperrdruck in bar und auf der Abszisse ist die mittlere Korngrösse des für die Herstellung der porösen Abdeckung 7 verwendeten Materials in μm aufgetragen. Mit einer gröberen Körnung der verwendeten Materialpartikel ergeben sich beim Sintern zwangsläufig grössere Durchmesser der Kapillaren 11. Die Menisken 13a, 13b weisen damit ebenfalls eine grössere, durch den Sperrdruck beauf-

schlagte Fläche auf. Wenn die Kapillare 11 durch den Sperrdruck nicht geleert werden darf, so muss der Sperrdruck entsprechend reduziert werden.

In der Fig. 6 ist die Menge des durch die poröse Abdeckung 7 durchtretenden Wassers in Abhängigkeit von der Korngrösse des für die Herstellung der porösen Abdeckung verwendeten Materials dargestellt. Als weiterer Parameter ist der auf die Abdeckung 7 einwirkende Sperrdruck in dem Diagramm angegeben. Auf der Ordinate dieses Diagramms ist die pro Stunde durch eine poröse Abdeckung 7 mit einer wirksamen Fläche von 10 cm^2 durchtretende Wassermenge und auf der Abszisse ist die mittlere Korngrösse des für die Herstellung der porösen Abdeckung 7 verwendeten Materials in μm aufgetragen. Aus diesem Diagramm ist eindeutig zu erkennen, dass sich mit einer gröberen Körnung der verwendeten Materialpartikel beim Sintern zwangsläufig grössere Durchmesser der Kapillaren 11 und, in Verbindung damit, auch grössere Mengen des durchtretenden Wassers ergeben. Das Wasser trifft bei dem zugrundeliegenden Modellversuch in Form einer einzelnen Strähne 16 auf die poröse Abdeckung 7 und benetzt eine an der Oberfläche 14 liegende Fläche von etwa 50 mm^2 . Das Wasser verteilt sich in dem Kapillarsystem der porösen Abdeckung 7 und tritt auf der gesamten mit Unterdruck beaufschlagten Oberfläche 15 der Abdeckung 7 aus, in diesem Fall sind dies etwa 1000 mm^2 , die für das Abtropfen des durchtretenden Wassers zur Verfügung stehen. Nur auf diese Art ist es überhaupt möglich, derartige, vergleichsweise grosse Wassermengen durch die poröse Abdeckung 7 hindurch abzuführen. Es zeigt sich eindeutig, dass mit derartig ausgebildeten porösen Abdeckungen 7 die bei heutigen Dampfturbinen an den Leitschaufeln 1 vorkommenden Mengen des kondensierten Wassers einwandfrei abgeführt werden können.

Die auf dem Absatz 9 aufgelegte Abdeckung muss auf geeignete Art mit der Leitschaufel fixiert werden. Gemäss der Erfindung ist diese Verbindung nunmehr lösbar ausgeführt. In Fig. 2 ist in einem Teilschnitt die örtliche Lage eines Befestigungselementes 20 im Bereich der Schaufelhinterkante 4 dargestellt. In den Fig. 3 und 7 ist eine bevorzugte Ausführungsvariante des Befestigungselementes vergrössert dargestellt.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, liegt die mit den Kapillaren versehene Abdeckung 7 auf einem in der Schaufelwand 2 angeordneten Absatz 9 der Nut 3 auf. Auf ihrer gegen den durchströmten Kanal gerichteten Aussenseite ist sie bündig mit der Aussenwand der Schaufel. Im Bereich des Befestigungselementes 20 ist sie mit einer vorzugsweise zylindrischen Durchgangsbohrung 32 versehen, die ihrerseits eine Aussparung 22 aufweist.

Das mechanische Befestigungselement 20 ist als federbelasteter Schnellverschluss ausgebildet. Als Material wird vorzugsweise rostfreier Stahl verwendet. Es besteht zum einen aus einer Büchse 21, welche über einen in der Aussparung 22 einliegenden Ringflansch 23 die Abdeckung in der Schaufelöffnung 3 fixiert. Mit

ihrem zylindrischen Teil 24 ragt die BÜchse in den Schaufelhohlraum 18 hinein. Zum andern ist im Innern der BÜchse ein axial verschiebbarer Dorn 25 vorgesehen, welcher mit Federmittel 26 bestückt ist. Hierbei handelt es sich um ein Paket übereinandergestülpter Tellerfedern, die zwischen dem Dornboden 33 und dem Boden 27 der BÜchse geführt sind. Der Dorn durchdringt diesen Boden 27 der BÜchse und ist an seinem Ende mit einer auf der Innenwand der Schaufel aufliegenden Kappe 28 versehen. Die Kappe ist vorzugsweise mit dem Dorn verschweisst. Im montierten Zustand ist sie mit den Innenwandungen ihres Hohlteiles an der zylindrischen Aussenwand der BÜchse geführt und kann daran entlanggleiten.

Die Kappe 28 ist an ihrem zylindrischen Aussenumfang mit vier Abflachungen versehen. Zwei einander gegenüberliegende Abflachungen 29 (Fig. 7) erstrecken sich über die ganze Kappenhöhe und sind in ihren Abmessungen so gewählt, dass die Kappe beim Einführen in den Schaufelhohlraum die Nut 3 durchdringt. Zum vollständigen Einführen der Kappe wird der Dorn mittels eines Werkzeuges gegen die Federkraft angehoben. Hierzu ist der Dornboden mit einem Schlitz 31 zur Aufnahme beispielsweise eines Schraubenziehers versehen.

Mittels einer Drehung des Dorns um 90° wird die Kappe nunmehr zur Auflage auf die die Öffnung 3 begrenzenden Innenwandungen der Schaufel gebracht. Für diese Auflage sind die zwei weiteren einander gegenüberliegenden Abflachungen 30 vorgesehen, die lediglich am unteren Teil der Kappe angebracht sind. Sie sind so dimensioniert, dass sich beim Entlasten des Dornes die Kappe infolge der Federkraft auf die Ränder der Nut absenkt und darin mit geringem seitlichen Spiel einsitzt.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt.

Wird zum Beispiel an bestimmten Stellen der Leitschaufel 1 mit besonders grossen Mengen Kondenswasser gerechnet, so können dort statt der gezeigten schmalen Streifen auch grossflächige poröse Abdeckungen 7 vorgesehen werden und die Nuten 3 können durch entsprechend den weitergehenden Anforderungen geformte Öffnungen ganz oder teilweise ersetzt werden. Je nach Länge der Abdeckungen können auch mehr als die in Fig. 1 gezeigten zwei Befestigungselemente pro Abdeckung vorgesehen werden.

In Abweichung zur gezeigten Hohl-schaufel kann die Leitschaufel selbstverständlich genau so gut massiv ausgeführt sein und beispielsweise aus GGG40 gegossen sein. In die Oberfläche des Schaufelblatts kann dann eine nutenförmige Öffnung 3 eingegossen oder eingefräst sein. Der erforderliche Absatz 9 wird mit einer Kopierfräsmaschine eingefräst oder erodiert. Beim Fräsvorgang wird gleichzeitig darauf geachtet, dass auch Giessrückstände, die den Nutquerschnitt unzulässig reduzieren könnten, entfernt werden. Der Fuss der Leit-

schaufel wird wiederum einen Hohlraum 6 aufweisen, in den die mit der porösen Abdeckung 7 versehene Nut einmündet.

Als lösbares mechanisches Befestigungselement ist ebenfalls eine einfache, Schraubverbindung denkbar, wobei in die Schaufelwand geschraubte Senkkopf- oder Sechskantschrauben zur Anwendung gelangen können. Hierbei können die Sechskantschrauben entweder je über eine Unterlagscheibe oder über ein sich über die Länge des Filters erstreckendes Unterlagblech die Abdeckung niederhalten. Im Fall von Senkkopfschrauben können diese mit einem Teil Ihres Umfanges direkt auf das mit entsprechender Abschrägung versehene Filter wirken. Von Nachteil ist bei diesen Lösungen, dass Gewinde in die Schaufelwände anzubringen sind.

BEZEICHNUNGSLISTE

| | | |
|----|-------|---------------------------|
| 20 | 1 | Leitschaufel |
| | 2 | Schaufelblatt |
| | 3 | Öffnung, Nut |
| | 4 | Schaufelkante |
| | 5 | Fuss |
| 25 | 6 | Hohlraum in 5 |
| | 7 | poröse Abdeckung |
| | 8 | Pfeil |
| | 9 | Absatz |
| | 10 | Vertiefung |
| 30 | 11 | Kapillare |
| | 12 | Wassersäule |
| | 13a,b | Meniskus |
| | 14,15 | Oberfläche |
| | 16 | Strähne |
| 35 | 17 | Ausbauchung |
| | 18 | Hohlraum in 2 |
| | 20 | Befestigungselement |
| | 21 | BÜchse |
| | 22 | Aussparung |
| 40 | 23 | Ringflansch von 21 |
| | 24 | zylindrischer Teil von 21 |
| | 25 | Dorn |
| | 26 | Federmittel |
| | 27 | Boden von 21 |
| 45 | 28 | Kappe |
| | 29 | Abflachung |
| | 30 | Abflachung |
| | 31 | Schlitz in 25 |
| | 32 | zylindrische Bohrung in 7 |
| 50 | 33 | Dornboden |

Patentansprüche

- 55 1. Leitschaufel (1) für Dampfturbinen mit einem durch einen Unterdruck beaufschlagten Hohlraum (18) im Schaufelinnern, mit mindestens einer mit einer porösen, Kapillaren (11) aufweisenden Abdeckung (7)

versehenen Öffnung (3) für eine Fluidabsaugung von der Schaufeloberfläche, vorzugsweise im Bereich der Schaufelhinterkante (4), wobei die Öffnung in den Hohlraum mündet und wobei die Abdeckung so dimensioniert ist, dass sämtliche Kapillaren während des Betriebes mit dem abzusaugenden Fluid gefüllt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die poröse Abdeckung (7) mit einem mechanischen Befestigungselement (20) in der Leitschaukel verankert ist.

- 5
- 10
2. Leitschaukel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Befestigungselement (20) ein federbelasteter Schnellverschluss ist, im wesentlichen bestehend aus
- 15
- einer Büchse (21), welche über einen in einer Aussparung (22) der Abdeckung (7) einliegenden Ringflansch (23) die Abdeckung in der Schaufelöffnung (3) fixiert und mit ihrem zylindrischen Teil (24) in den Schaufelhohlraum (18) hineinragt,
 - sowie einen im Innern der Büchse axial verschiebbaren Dorn (25), welcher mit Federmittel (26) bestückt ist, den Boden (27) der Büchse durchdringt und an seinem Ende mit einer auf der Innenwand der Schaufel aufliegenden Kappe (28) versehen ist.
- 20
- 25
- 30
3. Leitschaukel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kappe (28) an ihrem zylindrischen Aussenumfang mit vier Abflachungen versehen ist, von denen zwei einander gegenüberliegende Abflachungen (29) so gewählt sind, dass die Kappe beim Einführen in den Schaufelhohlraum die Öffnung durchdringt, danach mittels des Dorns um 90° gedreht wird und mit zwei weiteren einander gegenüberliegenden Abflachungen (30) von der Federkraft auf die die Öffnung begrenzenden Innenwandungen der Schaufel angepresst wird.
- 35
- 40
4. Leitschaukel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Federmittel (26) aus einem Paket von Tellerfedern gebildet sind.
- 45

50

55

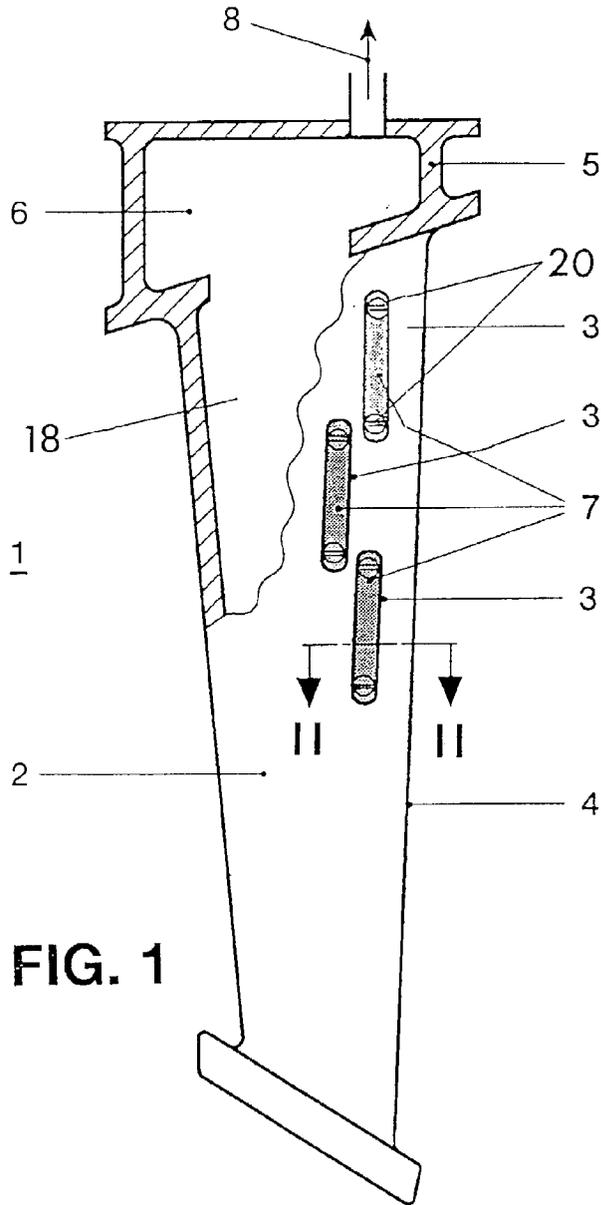


FIG. 1

Fig. 2

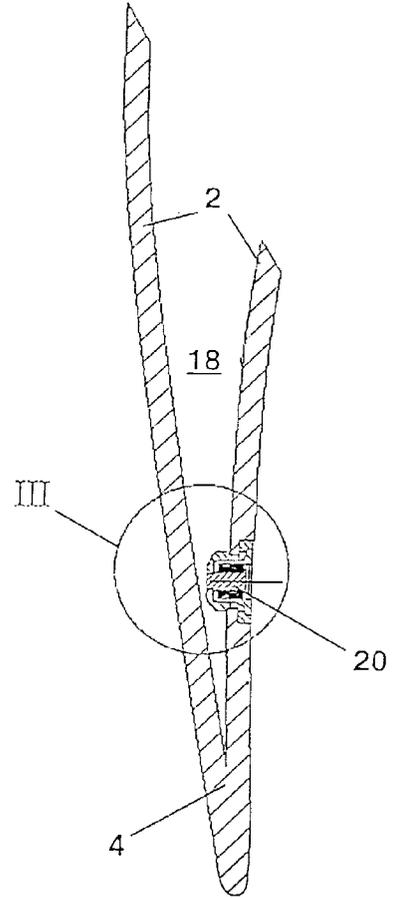
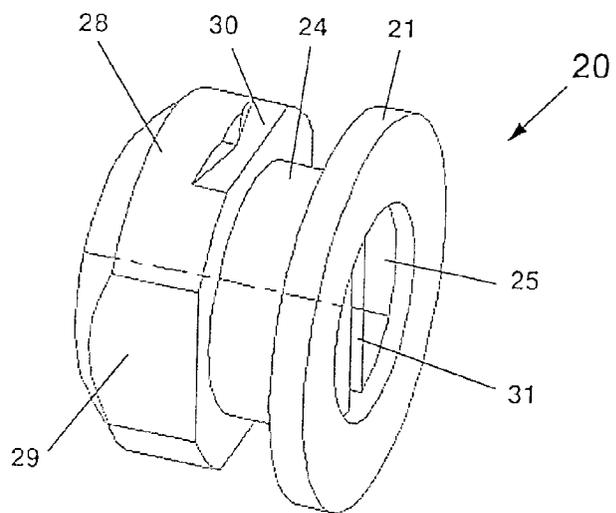


Fig. 7



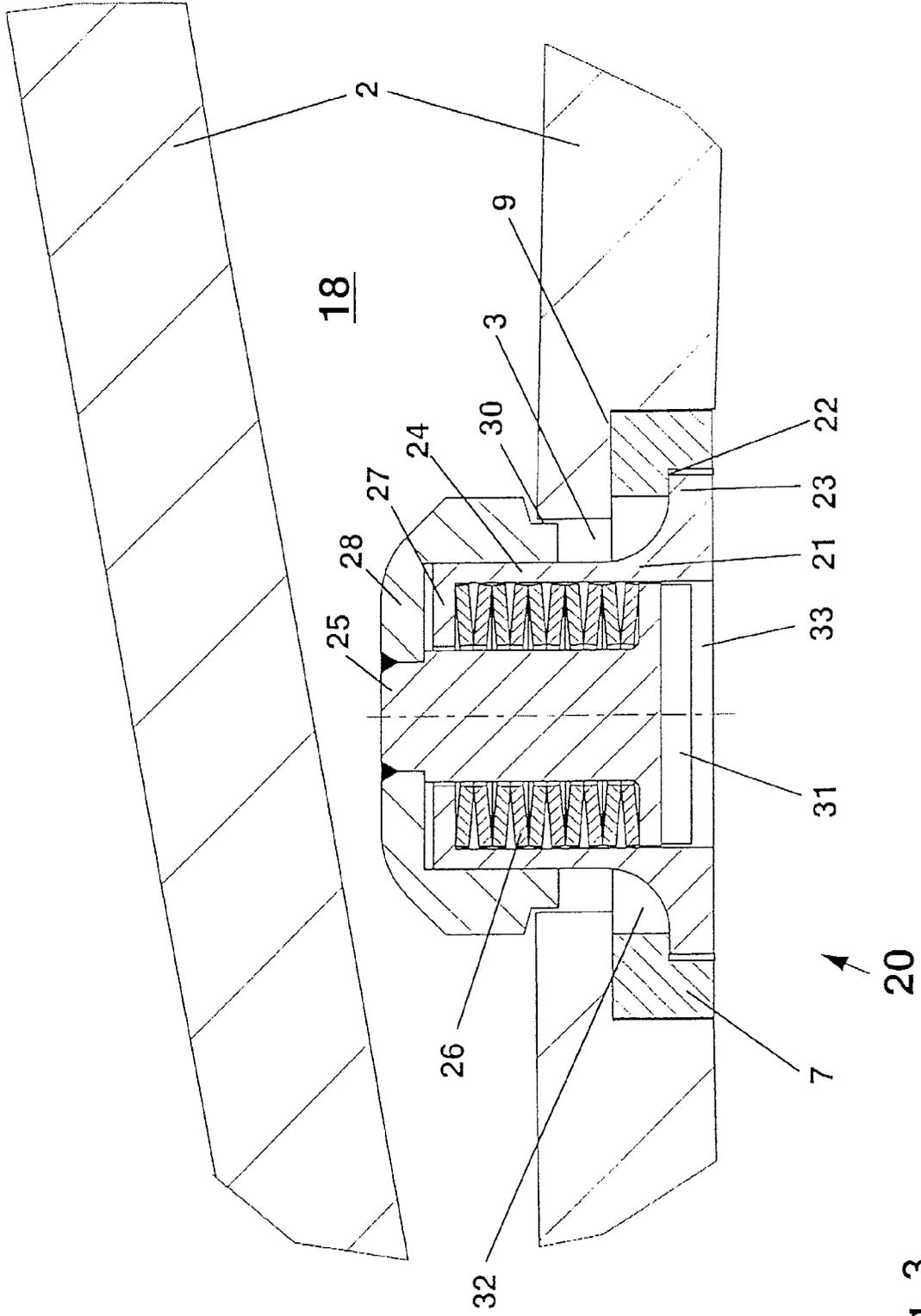


Fig. 3

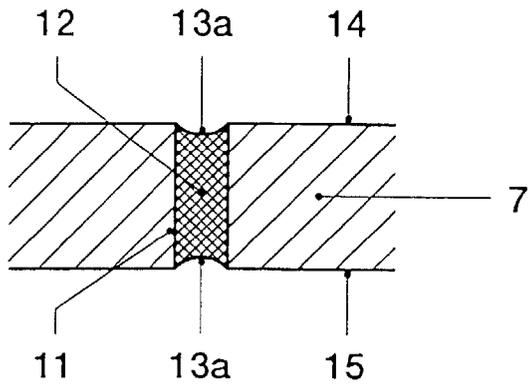


FIG. 4

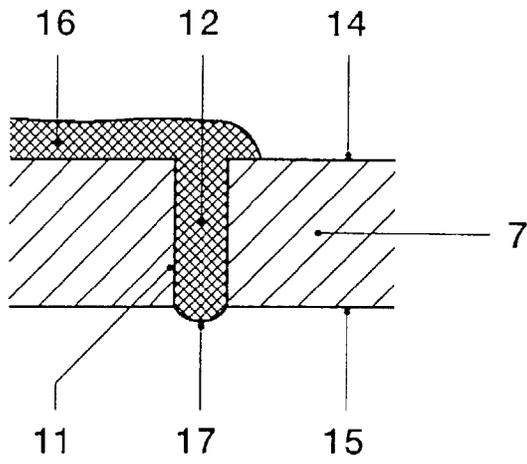


FIG. 4a

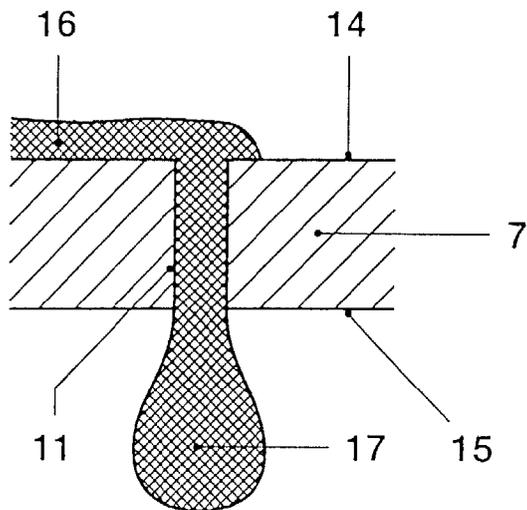


FIG. 4b

FIG. 5

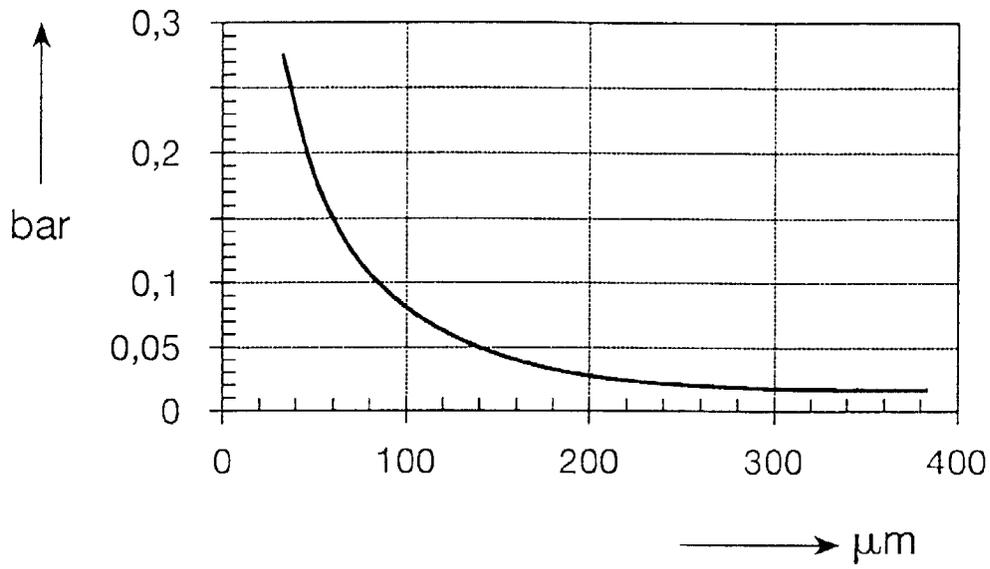


FIG. 6

