

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 937 864 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **F01D 9/04**

(21) Anmeldenummer: **99103156.8**

(22) Anmeldetag: **18.02.1999**

(54) **Leitschaukelanordnung für eine axiale Strömungsmaschine**

Guidevane assembly for an axial turbomachine

Configuration des aubes de guidage pour une turbomachine axiale

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **20.02.1998 DE 19807247**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.1999 Patentblatt 1999/34

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)

(72) Erfinder: **Klingels, Hermann**
85336 Eching (DE)

(74) Vertreter: **Einsele, Rolf W.**
DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management FTP/A,
HPC:C106
70546 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 2 534 313 **US-A- 2 968 467**
US-A- 3 588 267

EP 0 937 864 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine mit Rotor und Stator in strömungstechnisch ein- oder mehrstufiger Ausführung, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine derartige Strömungsmaschine ist beispielsweise aus der DE-PS 27 45 130 bekannt, wobei diese Schrift sich speziell auf Axialturbinen mit Labyrinthdichtungen bezieht. Der Strömungskanal des Arbeitsmediums führt abwechselnd durch Leit- und Laufschaufelkränze wobei die statischen Bauteile radial von außen, die rotierenden radial von innen in diesen hineinragen. Wie Figur 1 dieser Schrift deutlich zeigt, gibt es sowohl radial innen angeordnete Dichtungen zwischen dem Rotor und den Leitschaufelkränzen ("Inner Airseal") als auch radial außen angeordnete Dichtungen zwischen den Laufschaufeln und dem Stator ("Outer Airseal").

[0003] Bei der Axialturbinen gemäß der DE-PS sind die Dichtfins (Pos.8) der "Inner Airseal" am Rotor (Pos.4) befestigt, so daß deren Maße bzw. Maßabweichungen von den Verhältnissen am Rotor (Temperatur, Drehzahl) abhängen. Der zugehörige Dichtungsbelag (Pos. 7) ist demgegenüber am inneren Deckband (Pos. 20) der Leitschaufelsegmente (Pos.1,5) befestigt. Die Leitschaufelsegmente sind am Gehäuse (Pos. 13,14) gelagert, so daß die Maße bzw. Maßabweichungen des Dichtungsbelages letztlich von den Verhältnissen außen am Gehäuse wesentlich mitbestimmt werden. Die Verhältnisse am Rotor einerseits und am Gehäuse andererseits ändern sich oft weder konform noch zeitgleich, so daß sich spaltverändernde Relativbewegungen zwischen den Dichtungselementen (Pos.7,8) ergeben. Das Gleiche gilt für die "Outer Airseal" (Pos. 11,12). Die spezielle Art der Leitschaufelbefestigung am Gehäuse wird so bzw. in vergleichbarer Ausführung bei größeren Triebwerken häufig verwendet. Jedes Segment eines Leitschaufelkranzes ist als mechanische Einheit an - im Längsschnitt - hakenförmigen Gehäuseelementen (Pos.14) gelagert, welche in Umfangsrichtung ringförmig geschlossen sind. Am stromaufwärtigen Ende des äußeren Deckbandes weist jedes Leitschaufelsegment einen Randwulst mit Nut auf, welcher das hakenförmige Gehäuseelement (Pos. 14,22) klauenartig umgreift (siehe Fig. 3).

[0004] Am stromabwärtigen Ende des äußeren Deckbandes jedes Leitschaufelsegmentes ist eine - im Längsschnitt - abgewinkelte Anlagefläche vorhanden, welche im Betrieb infolge eines strömungsinduzierten Kippmomentes um das stromaufwärtige "Klauenlager" gegen das korrespondierende hakenförmige Gehäuseelement gedrückt wird (siehe Fig.1). Durch die hakenförmigen Gehäuseelemente - auch als "Hakenringe" bezeichnet - fließen Wärmeströme hoher Dichte zum kälteren Gehäuse, wobei die "Hakenringe" speziell im Bereich der Klauenlager durch Kriechen zunehmend

plastisch verformt werden können. Abhilfe schafft hier meist nur eine permanente Kühlung der "Hakenringe". Falls vorhanden, kann hierzu ein aktives Spaltkontrollsystem ("Aktive Clearance Control"= ACC) mit herangezogen werden, welches dann allerdings permanent in Betrieb sein muß.

[0005] Die DE-PS 35 40 943 beschreibt ein solches Spaltkontrollsystem speziell für ein Zweistromtriebwerk. Bei diesem erstreckt sich der Sekundärluftkanal zumindest bis zum Ende des Turbinenbereiches und weist Öffnungen (Pos.11) in seiner Innenwand auf, durch die Sekundärluft von außen gezielt auf Bereiche des Turbinengehäuses geblasen werden kann. Bei diesem vereinfachten ACC-System besteht ggf. das Problem, daß der geringe Überdruck des Sekundärluftstromes nicht ausreicht, um in örtlich eng begrenzten Gehäusezonen durch entsprechend kleine Strömungsschnitte Kühlluftströme mit ausreichendem Massendurchsatz zu erzeugen. Üblicherweise wird bei einem ACC Verdichterluft aus dem Booster bzw. Niederdruckverdichter als Kühlmittel abgezweigt, in separaten Kanälen geführt und über Ventile gezielt ausgeblasen.

[0006] Bei kleineren Gasturbinentriebwerken ist es bekannt, Leitschaufelkränze als selbsttragende, integrale Bauelemente mit geschlossenen Deckbändern auszuführen und im Gehäuse zu zentrieren. Aus fertigungstechnischen sowie festigkeitstechnischen Gründen (Thermospannungen) ist diese "monolithische" Lösung auf Schaufelkränze mit relativ kleinen Abmessungen beschränkt.

[0007] Die DE-OS 33 36 420 beschreibt einen Mechanismus zum Schutz gegen ein Überdrehen eines Gasturbinenrotors bei Wellenbruch. Der Mechanismus wirkt in der Weise daß die Leitschaufelsegmente mindestens eines Leitschaufelkranzes axial verschwenkt und in Berührung/Eingriff mit benachbarten Laufschaufeln gebracht werden. Die wechselseitige mechanische Schaufelreibung und -zerstörung bremst den Rotor schnell und effektiv ab. Die zu dem Mechanismus gehörenden Leitschaufelsegmente weisen je ein Schwenklager am äußeren Deckbandsegment auf und sind an ihrem Innenumfang mittels eines formschlüssigen, ringartigen Verstärkungselementes verbunden, so daß die Segmente zusammen einen steifen, selbsttragenden Leitschaufelkranz bilden. Bei der Ausführung gemäß Figur 2 und 3 bilden die Schwenklager (Positionen 36,56,58 und 64) eine Speichenzentrierung für den eigenstabilen Leitschaufelkranz, was eine genaue Positionierung/Zentrierung bei reduzierten Thermospannungen ermöglicht. Nachteilig ist der Wärmeübergang vom Heißgasbereich zum Gehäuse (Pos. 34), von dem auch die Lagerelemente betroffen sind. Die resultierenden hohen Temperaturen und Temperaturgradienten in den Bauteilen dieses Bereiches können die Standzeit/Lebensdauer erheblich reduzieren.

[0008] Die US-PS 3,588,267 schützt eine Leitschaufelkranzkonstruktion in Kunststoffbauweise, bei welcher die Schaufeln an einem geschlossenen, inneren Torus

befestigt sind und mit diesem einen selbsttragenden Kranz bilden. Die äußeren Schaufelspitzen sind deckbandlos ausgeführt und direkt in Aussparungen eines metallischen Gehäuses eingeklebt, wobei die Elastizität der Klebung kleine Relativverschiebungen ausgleicht/aufnimmt. Es ist offensichtlich, daß diese Konstruktion für höhere Temperaturen völlig unbrauchbar ist und bestenfalls im Fan- bzw. Niederdruckverdichterbereich Verwendung finden kann.

[0009] Angesichts dieser bekannten Lösungen und ihrer Nachteile besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine Strömungsmaschine mit Rotor und Stator sowie mit mindestens einem, je ein äußeres und ein inneres Deckband aufweisenden Leitschaufelkranz zu schaffen, welche sich in allen Betriebszuständen durch eine optimale Spalt-haltung, d.h. durch besonders niedrige, wenig variierende und rechnerisch gut erfaßbare Leckageverluste, somit einen hohen Wirkungsgrad, sowie durch eine relativ einfache, kosten- und gewichtsgünstige, langlebige und wartungsfreundliche Konstruktion ohne die Erfordernis eines aktiven Spaltkontrollsystems (ACC's) auszeichnet und auch mit großen Leistungen und Abmessungen ausführbar sowie funktionstüchtig ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Kombination der Merkmale A bis D gelöst, in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen in dessen Oberbegriff.

[0011] Die Erfindung liegt somit in der thermischen Entkoppelung von Gehäuse und Leitschaufeln mittels einer speziellen Ausführung und Lagerung/Zentrierung mindestens eines Leitschaufelkranzes sowie mittels Luftkühlung des Gehäuses. Der - mindestens eine - Leitschaufelkranz ist als selbsttragendes Bauteil mit einer Verstärkung am inneren Deckband ausgeführt, welche ihn gegen stülpende Axialverformung versteift. Ausgehend von einer etwa ebenen, radialen Ausrichtung der Schaufelachsen im unbelasteten Zustand werden diese durch die statische Druckdifferenz vor/hinter dem Leitschaufelkranz bei Auslenkung "Null" am Gehäuse zur Kranzmitte hin zunehmend axial ausgelenkt und dabei u.U. auch gekrümmt. Somit ist der Leitschaufelkranz mechanisch mit einer Tellerfeder vergleichbar, deren inneren Rand (Lochrand) das innere Deckband, und deren äußeren Rand das äußere Deckband bildet. Das innere Deckband wird dabei sowohl axial verschoben als auch durch die schaufelinduzierten Momente in sich verdreht/verstülpt. Das heißt, die in Radial-Axialschnitten sichtbaren Materialquerschnitte des Deckbandes werden um gedachte, zur Schnittfläche jeweils senkrechte Achsen je nach Steifigkeit/Verstärkung mehr oder weniger verdreht.

[0012] Die erfindungsgemäße Verstärkung des inneren Deckbandes gegen besagte Verstülpung reduziert auch die axiale Auslenkung der Schaufelachsen und somit die gesamte Verformung des Leitschaufelkranzes unter Last. Dies verbessert die Maßhaltigkeit der statischen Komponente der "Inner Airseal".

[0013] Durch die wenigen, kleinen Wärmebrücken/Lagereinheiten zwischen äußerem Deckband und Gehäuse sowie durch die Kühlluftführung in diesem Bereich wird ein Wärmetransport vom Gaskanal in das Gehäuse weitestgehend vermieden, wodurch sich u. a. geringe Temperaturgradienten im äußeren Deckband einstellen, was in Kombination mit der Segmentierung des äußeren Deckbandes die Thermospannungen im Leitschaufelkranz verringert. Das luftgekühlte Gehäuse bleibt auf einem niedrigen Temperaturniveau, wogegen der Leitschaufelkranz insgesamt etwa die Heißgastemperatur annimmt.

[0014] Die mindestens dreifache, jeweils radiale Bewegungen zulassende Lagerung ("Speichenzentrierung") der Deckbandsegmente behindert die thermische Dehnung/Kontraktion praktisch nicht und trägt somit auch zu einer Spannungsminimierung bei. Außerdem wird eine exakte Zentrierung im Gehäuse erreicht.

[0015] Die erfindungsgemäße Kombination aus Leitschaufelkranzkonstruktion und -lagerung sowie Kühlluftführung hat zur Folge, daß das Verformungsverhalten des Kranzes überwiegend durch die Verhältnisse/Temperaturen im Heißgas, welche auch für das Rotorverhalten maßgeblich sind, bestimmt wird. Da die statischen Komponenten der "Inner"- und "Outer Airseal" von den Leitschaufelkränzen getragen werden und sich zu diesen konform verhalten, wird eine bestmögliche Angleichung der Verformungen der statischen und rotatorischen Dichtungskomponenten hinsichtlich Zeitverlauf, Größe und Richtung bei wechselnden Betriebsverhältnissen (instationärer Betrieb) erreicht. Somit kann die Maschine durchgehend mit etwa gleichbleibenden, minimalen Spalten bzw. Leckageverlusten und damit hohem Wirkungsgrad gefahren werden, wobei speziell im Leitschaufelbereich keine vorzeitige Bauteilermüdung zu befürchten ist. Die Anwendung von Bürstendichtungen wird durch das konforme Verhalten der Dichtungsträger (geringe Spaltänderung, geringe Exzentrizität etc.) begünstigt bzw. sogar erst ermöglicht.

[0016] In den Unteransprüchen sind bevorzugte Ausgestaltungen der Strömungsmaschine nach dem Hauptanspruch gekennzeichnet.

[0017] Die Erfindung wird anschließend anhand der Figur noch näher erläutert. Diese zeigt einen Teillängsschnitt durch die Niederdruckturbine eines Turboluftstrahltriebwerkes.

[0018] Die vorliegende Erfindung ist generell für Strömungsmaschinen mit Rotor und Stator, d.h. für Verdichter und Turbinen, geeignet, welche zumindest abschnittsweise in Axialbauart, d.h. mit vorwiegend axialer Durchströmung, ausgeführt sind. Thermodynamisch und abmessungsbedingt dürften Niederdruckturbinen mittlerer bis großer Gasturbinenriebwerke bevorzugte Anwendungsfälle darstellen, weshalb die Figur ein Beispiel aus diesem Bereich zeigt.

[0019] Von der Niederdruckturbine 1 sind die ersten beiden Stufen und hiervon wiederum die relevanten Elemente der oberen Hälfte dargestellt, wobei die Turbinen/Triebwerksachse horizontal unterhalb der Darstel-

lung verlaufen würde. Die Strömungsrichtung des Arbeitsgases verläuft von links nach rechts, d.h. zunächst durch den Leitschaukelkranz 14, dann durch den Bereich der Laufschaufeln 3, anschließend durch den Leitschaukelkranz 15 und durch den Bereich der Laufschaufeln 4, wobei noch weitere Stufen (Leit-, Lauf-) folgen können. Die äußere Triebwerkshülle bildet das Gehäuse 13, in welchem die Leitschaukelkränze 14, 15 radial zentriert und axial fixiert gelagert sind. Sowohl die Laufschaufeln 3, 4 als auch die Leitschaukelkränze 14, 15 sind mit inneren und äußeren Deckbändern 5 bis 8 und 16 bis 19 ausgeführt, wobei die inneren und äußeren Laufschaufeldeckbänder jeweils zwischen den Schaufeln Trennfugen aufweisen, u.a. damit beschädigte Schaufeln einzeln auswechselbar sind.

[0020] Die Leitschaukelkränze 14, 15 sind als selbsttragende Bauelemente ausgeführt, wobei ihre mechanische Stabilität überwiegend im Bereich der inneren Deckbänder 16, 17 erzielt wird. Dort sind in Umfangsrichtung geschlossene, d.h. "umlaufende", Verstärkungen 20, 21 angeordnet, welche auch das thermische Verhalten (Maß- und Formänderungen) der Leitschaukelkränze 14, 15 entscheidend beeinflussen. Die Gaskräfte im Betrieb bewirken u.a. eine stülpende Axialverformung der Leitschaukelkränze, d.h. eine vom äußeren zum inneren Deckband zunehmende axiale Auslenkung mit einer gewissen Verdrehung der Deckbänder in sich. Diese "tellerfederartige" Verformung läßt sich über die Verstärkungen an den inneren Deckbändern erheblich reduzieren. Als Verstärkungen sind beispielsweise die dargestellten, torusartigen Hohlkörper, axial beabstandete Ringe, Kombinationen von Hohl- und Vollprofilen usw. geeignet, wobei auch die Platzverhältnisse eine Rolle spielen. Die Verstärkungen sollten jedenfalls - im Axial-/Radialschnitt - ein möglichst großes Flächenträgheitsmoment um eine radiale Achse z.B. durch den Flächenschwerpunkt aufweisen, was durch ausreichende, axial beabstandete Flächenanteile erreichbar ist. Die Flächenanteile des Deckbandes sind hier mit zu berücksichtigen. Vorteilhaft ist ein Verstärkungswerkstoff mit hohem E-Modul. Insgesamt sollte bei möglichst kleiner Massenerhöhung ein Optimum an Steifigkeitserhöhung erzielt werden. Die Ermittlung der Spannungen und Verformungen beim "Stülpen" ist über ein schlagiges Berechnungsverfahren möglich.

[0021] Die Verstärkung 20 ist mit dem Deckband 16 formschlüssig verbunden, wobei der Leitschaukelkranz 14 aus mehreren Segmenten bestehen kann, welche über die Verstärkung zusammengehalten werden. Die Verstärkung 21 ist hingegen in das Deckband 17 integriert, d.h. stoffschlüssig mit diesem zusammengefügt. Auch hier können Leitschaukelsegmente die Ausgangsteile sein, welche durch Schweißen oder Löten im Bereich des inneren Deckbandes/ der Verstärkung verbunden werden.

[0022] Die äußeren Deckbänder 18, 19 sollen jedoch im Einbaustand noch segmentiert sein, d.h. mehrere Trennfugen am Umfang aufweisen, um Thermospan-

nungen zu minimieren.

[0023] Die Zentrierung und Fixierung der Leitschaukelkränze 14, 15 im Gehäuse 13 erfolgt über

jeweils mindestens drei Lagereinheiten mit je einem gehäusefesten Lagerzapfen 26, 27 und je einer deckbandfesten Lagerbuchse 24, 25. Die Kontaktflächen der Zapfen sind ballig, die der Buchsen zylindrisch ausgeführt, so daß über eine freie radiale Beweglichkeit hinaus auch kleine allseitige Schwenkbewegungen nach Art eines Kugelgelenkes möglich sind. All dies minimiert Zwangskräfte und somit Bauteilspannungen, was wiederum die Lebensdauer erhöht.

[0024] Die "Inner Airseal" ist hier - zumindest überwiegend - mit Bürstendichtungen ausgeführt, wobei im Bereich der Leitschaukelkranzverstärkungen befestigte Bürsten 22, 23 gegen mit dem Rotor 2 verbundene Ringe 11, 12 laufen, welche axiale Anschläge für die Laufschaufeln 3, 4 bilden.

[0025] Die "Outer Airseal" ist hier mit Labyrinthdichtungen verwirklicht, wobei ringschneidenartige Dichtspitzen 9, 10 gegen Wabenstrukturen laufen, welche auf Wabenträger 28, 29 aufgebracht sind. Die Wabenträger 28, 29 sind ihrerseits an den Leitschaukelkränzen 14, 15 gelagert und dadurch im Verformungsverhalten an diese angeglichen.

[0026] Im Sinne der Erfindung ist eine Luftkühlung für das Gehäuse und die Lagereinheiten der Leitschaukelkränze vorgesehen, welche konstruktiv jedoch bei weitem nicht so aufwendig ist, wie ein ACC-System. Zu diesem Zweck ist auf der Innenseite des Gehäuses 13 in radialem Abstand eine Luftleitschale 30 angeordnet, so daß zwischen dieser und dem Gehäuse Kühlluft in Triebwerksängsrichtung strömen kann. Der Zutritt der in der Regel vom Verdichter abgezweigten Kühlluft erfolgt über Bohrungen 35 in eine erste Kammer 33. Im Bereich der Lagerzapfen 26 und 27 besitzt die Luftleitschale 30 bewußt gasdurchlässige Öffnungen 31, 32, so daß ein Teil der Kühlluft längs der Lagerzapfen 26, 27 in den Bereich der äußeren Deckbänder 18, 19 der Leitschaukelkränze 14, 15 strömen kann, ein entsprechendes Druckgefälle (Kühlluftüberdruck) vorausgesetzt. Dadurch werden die Lagerstellen gekühlt und Wärmeströme von den Leitschaukelkränzen zum Gehäuse minimiert. Das Wandelement 37 weist - nicht dargestellte - Restriktoren auf oder bildet selbst mit entsprechenden Drosselspalten einen Restriktor für die Kühlluft, so daß diese in die nachfolgende Kammer 34 mit reduziertem Druck eintritt. Es reicht aus, wenn die Kühlluft jeweils nur einen mäßigen Überdruck gegenüber dem Arbeitsgas im angrenzenden Strömungskanal aufweist. Da der Druck des Arbeitsgases axial abnimmt, ist es sinnvoll, auch den Kühlluftdruck zumindest in wenigen Stufen zu reduzieren, was hier durch die genannte Kammerbauweise mit Restriktoren erreicht wird. Hohe Überdrücke

der Kühlluft würden auch eine hohe Druckfestigkeit der Luftleitschale 30 erfordern, d.h. größere Wanddicken und mehr Gewicht.

[0027] Zwischen dem Strömungskanal des Arbeitsgases und dem Kühlluftkanal sind weitere Wandelemente 36, 38 angeordnet, welche Arbeitsgasnebenströme, d.h. -verluste, durch diese Passagen verhindern sollen. Aus Kühlungsgründen sind auch diese Wandelemente 36,38 bewußt etwas gasdurchlässig ausgeführt bzw. befestigt.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine mit Rotor und Stator in strömungstechnisch zumindest a b-schnittsweise axialer Bauart, deren Rotor Laufschaufeln, und deren Stator ein Gehäuse mit Leitschaufeln aufweist, wobei die Leitschaufeln als mindestens ein Leitschaufelkranz mit einem radial inneren und einem radial äußeren Deckband angeordnet sind, insbesondere axiale Niederdruckturbine, **gekennzeichnet durch** die Kombination folgender Merkmale:

(A) Mindestens ein Leitschaufelkranz (14,15) ist als selbsttragendes Bauteil mit einer in Umfangsrichtung geschlossenen, zumindest weitgehend rotationssymmetrischen, das Bauteil gegen stülpende Axialverformung versteifenden Verstärkung (20,21) am inneren Deckband (16,17) ausgeführt,

(B) der mindestens eine Leitschaufelkranz (14,15) weist ein segmentiertes äußeres Deckband (18,19) mit mehreren über seinen Umfang verteilten Trennfugen auf und

(C) er ist über mindestens drei Segmente des äußeren Deckbandes (18,19) mittels jeweils einer örtlich radiale Relativbewegungen zulassenden Lagereinheit (24,25,26,27), d.h. insgesamt über eine sog. Speichenzentrierung mit mindestens drei Speichen, im Gehäuse (13) positioniert, und

(D) zwischen dem Gehäuse (13) und dem äußeren Deckband (18,19) des mindestens einen Leitschaufelkranzes (14,15) ist eine Luftleitschale (30) angeordnet, welche einen Kühlluftstrom längs der Gehäuseinnenseite führt und mit Öffnungen (31,32) für die gehäusefesten Lagerelemente (26,27) des mindestens einen Leitschaufelkranzes (14,15) versehen ist, wobei die Öffnungen (31,32) einen Teil des Kühlluftstromes zum Deckband (18,19) hin durchtreten lassen.

2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch**

gekennzeichnet, daß die Verstärkung (20,21) des mindestens einen Leitschaufelkranzes (14,15) als torusförmiger Hohlkörper oder in Form mindestens zweier axial beabstandeter Ringe ausgeführt und stoffschlüssig in das innere Deckband (17) integriert oder formschlüssig mit diesem (16) verbunden ist.

3. Strömungsmaschine nach Anspruch 2 mit formschlüssiger Verbindung zwischen der Verstärkung und dem inneren Deckband des mindestens einen Leitschaufelkranzes, **dadurch gekennzeichnet, daß** der mindestens eine Leitschaufelkranz (14) aus mehreren Leitschaufelsegmenten besteht, welche mittels der Verstärkung (20) zu einem selbsttragenden Bauteil zusammengefügt sind.

4. Strömungsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verstärkung (20,21) des mindestens einen Leitschaufelkranzes (14,15) das statische Element einer Wellendichtung trägt, insbesondere die Bürste (22,23) einer Bürstendichtung oder den Einlaufbelag bzw. die Wabenstruktur einer Labyrinthdichtung.

5. Strömungsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** jede Lagereinheit des mindestens einen Leitschaufelkranzes (14,15) aus einem gehäusefesten Lagerzapfen (26,27) mit balliger Kontaktfläche und einer deckbandfesten Lagerbuchse (24,25) mit zylindrischer Kontaktfläche besteht.

6. Strömungsmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Strömungskanal des Kühlluftstromes zwischen Gehäuse (13) und Luftleitschale (30) in mehrere, nacheinander durchströmte Kammern (33,34) mit von Kammer zu Kammer abnehmendem Innendruck aufgeteilt ist, wobei jede Kammer (33,34) für einen Betriebsdruck ausgelegt ist, welcher zumindest geringfügig höher ist als der Druck im jeweils benachbarten Strömungskanalbereich des Arbeitsmediums.

Claims

1. A turbo engine with a rotor and a stator, certain sections at least of which are of axial design in fluidic terms, the rotor having guide vanes, the stator having a housing with guide vanes and the guide vanes being positioned as at least one vane ring with a radially inner and a radially outer shroud, in particular an axial low pressure turbine, **characterised by** the combination of the following features:

(A) at least one guide vane (14, 15) is designed as a self-supporting component with a reinforcing piece (20, 21) at the inner shroud (16, 17) which strengthens the component against overturning axial deformation, is closed in circumferential direction and is at least largely rotationally symmetrical,

(B) the at least one guide vane ring (14, 15) has a segmented outer shroud (18, 19) with several parting lines distributed over its circumference, and

(C) is positioned in the housing (13) via at least three segments of the outer shroud (18, 19) by means of bearing units (24, 25, 26, 27) which allows local relative radial movements, i.e. in total via so-called spoke centring with at least three spokes, and

(D) positioned between the housing (13) and the outer shroud (18, 19) of the at least one guide vane ring (14, 15) is an air guide shell (30) which guides a stream of cooling air along the inside of the housing and is provided with openings (31, 32) for the bearing elements (26, 27) of the at least one guide vane ring (14, 15) fixed to the housing, the openings (31, 32) allowing part of the stream of cooling air to flow towards the shroud (18, 19).

2. A turbo engine in accordance with claim 1, **characterised in that**

the at least one guide vane ring (14, 15) is designed as a toroid hollow part or in the form of at least two axially spaced rings and is integrated in the substance of the inner shroud (17) or connected to it (16) in a positive fit.

3. A turbo engine in accordance with claim 2 with a positive-fit connection between the reinforcing piece and the inner shroud of the at least one guide vane ring,

characterised in that

the at least one guide vane ring (14) consists of several guide vane segments which are joined together to form a self-supporting component by means of the reinforcing piece (20).

4. A turbo engine in accordance with one or more of claims 1 to 3,

characterised in that

the reinforcing piece (20, 21) of the at least one guide vane ring (14, 15) bears the static element of a shaft seal, in particular the brushes (22, 23) of a brush seal or the intake lining or honeycomb structure of a labyrinth box.

5. A turbo engine in accordance with one or more of claims 1 to 4,

characterised in that

each bearing unit of the at least one guide vane ring (14, 15) consists of a bearing pin (26, 27) fixed to the housing having a crowned contact surface and a bearing bush (24, 25) fixed to the shroud having a cylindrical contact surface.

6. A turbo engine in accordance with one or more of claims 1 to 5,

characterised in that

the flow channel carrying the cooling air flow between the housing (13) and the air guide shell (30) is divided into several chambers (33, 34) through which the flow passes one after another, the internal pressure decreasing from chamber to chamber and each chamber being designed for an operating pressure which is at least slightly higher than the pressure in the neighbouring flow channel area of the operating medium.

Revendications

1. Turbomachine comprenant un rotor et un stator, au moins d'un type partiellement axial concernant la technique des turbomachines, turbomachine dont le rotor comprend des aubes mobiles et dont le stator comprend une carcasse dotée d'aubes fixes, où les aubes fixes sont configurées comme au moins une couronne d'aubes fixes comprenant un feuillard de recouvrement intérieur, dans le sens radial, et un feuillard de recouvrement extérieur, dans le sens radial, en particulier une turbine basse pression axiale **caractérisée par** la combinaison des caractéristiques suivantes :

(A) au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15) est conçue comme un élément autoporteur comprenant un renfort (20, 21), sur le feuillard de recouvrement intérieur (16, 17), rigidifiant l'élément contre une déformation axiale due à l'enfoncement, ce renfort étant au moins largement symétrique en rotation et fermé dans la direction périphérique,

(B) la au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15) comprend un feuillard de recouvrement (18, 19) extérieur segmenté comportant plusieurs joints de séparation répartis sur sa périphérie, et

(C) la couronne d'aubes fixes est positionnée, dans la carcasse (13), au moyen à chaque fois d'une unité de palier (24, 25, 26, 27) permettant, localement, des mouvements relatifs dans le sens radial, par au moins trois segments du feuillard de recouvrement extérieur (18, 19), c'est-à-dire qu'elle est positionnée, dans l'en-

semble, par ce que l'on appelle un centrage des rayons, avec au moins trois rayons, et (D) une coque de guidage d'air (30) est disposée entre la carcasse (13) et le feuillard de recouvrement extérieur (18, 19) de la au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15), laquelle coque de guidage d'air guide un flux d'air froid le long du côté intérieur de la carcasse et est dotée d'ouvertures (31, 32) pour les éléments de palier (26, 27), solidaires de la carcasse, de la au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15), où les ouvertures (31, 32) laissent passer une partie de l'air froid circulant jusqu'au feuillard de recouvrement (18, 19).

5

10

15

2. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le renfort (20, 21) d'au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15) est configuré comme un corps creux de forme torique ou sous la forme d'au moins deux anneaux espacés axialement et est intégré, de façon compatible concernant les matériaux, dans le feuillard de recouvrement intérieur (17) ou est relié, par sûreté de forme, à celui-ci (16).

20

25

3. Turbomachine selon la revendication 2 comprenant une jonction, par sûreté de forme, entre le renfort et le feuillard de recouvrement intérieur d'au moins une couronne d'aubes fixes, **caractérisée en ce qu'au moins une couronne d'aubes fixes (14) se compose de plusieurs segments d'aubes fixes, lesquels segments sont assemblés, au moyen du renfort (20), pour former un élément autoporteur.**

30

4. Turbomachine selon l'une quelconque ou plusieurs des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le renfort (20, 21) d'au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15) supporte l'élément statique d'une garniture étanche de l'arbre, en particulier la brosse (22, 23) d'une garniture étanche de brosse ou le revêtement d'entrée ou la structure alvéolaire d'un joint à labyrinthe.

35

40

5. Turbomachine selon l'une quelconque ou plusieurs des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** chaque unité de palier d'au moins une couronne d'aubes fixes (14, 15) se compose d'un tourillon (26, 27), solidaire de la carcasse, comprenant une surface de contact bombée, et d'un coussinet (24, 25), solidaire du feuillard de recouvrement, comprenant une surface de contact cylindrique.

45

50

6. Turbomachine selon l'une quelconque ou plusieurs des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le conduit d'écoulement du flux d'air froid, entre la carcasse (13) et la coque de guidage d'air (30), est réparti dans plusieurs chambres (33, 34) traversées par l'écoulement les unes après les autres, la pres-

55

sion intérieure diminuant d'une chambre à l'autre, où chaque chambre (33, 34) est conçue pour une pression de fonctionnement qui est au moins légèrement supérieure à la pression dans la zone du conduit d'écoulement, à chaque fois voisin, du milieu utilisé.

