(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 407 646 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
**05.04.2017 Patentblatt 2017/14**

(51) Int Cl.:
***F01D 25/24*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **11171322.8**

(22) Anmeldetag: **24.06.2011**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Einstellung der Rotorlage bei einer Gasturbine oder Dampfturbine**

Method and device for adjusting the position of the rotor assembly of a gas or steam turbine

Méthode et dispositif pour l'ajustement de la position du rotor d'une turbine à gas ou à vapeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **13.07.2010 CH 11382010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
**18.01.2012 Patentblatt 2012/03**

(73) Patentinhaber: **General Electric Technology GmbH**
**5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
- **Rauch, Marc**
  **8105 Regensdorf (CH)**
- **Baldischweiler, Peter**
  **5425 Schneisingen (CH)**
- **Kammhuber, Paul**
  **81249 München (DE)**

(74) Vertreter: **Bernotti, Andrea et al**
**Studio Torta S.p.A.**
**Via Viotti, 9**
**10121 Torino (IT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 0 251 125**
**WO-A1-00/75492**
**DE-A1- 2 619 929**
**US-A- 4 734 009**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 407 646 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

## Beschreibung

### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung der Rotorlage bei einer Gasturbine oder Dampfturbine sowie eine Vorrichtung zur Einstellung der Rotorlage bei einer Gasturbine oder Dampfturbine, respektive eine Gasturbine/Dampfturbine mit einer derartigen Vorrichtung.

### STAND DER TECHNIK

**[0002]** Eine präzise Einstellung der Relativposition von Rotor einschliesslich darauf angeordneten rotierenden Elementen relativ zu den stationären Elementen (Gehäuse etc.) in einer Gasturbine oder Dampfturbine ist entscheidend für einen optimalen störungsfreien Betrieb und niedrige Wartungsintervalle. Eine ungenaue Positionierung führt zu Unterschieden im Strömungsverhalten um den Umfang herum, damit zu Verwirbelungen, lokal erhöhten Temperaturen etc. Weiter kann eine ungenaue Positionierung zu einer exzentrischen Rotorlage und einem starken Streifen der Schaufeln am Gehäuse führen und damit zu Schäden an der Beschauflung führen.

**[0003]** Die Positionierung und Einstellung der radialen Lage des Rotors geschieht bisher durch Verschiebung der Traglager des Rotors. Die Verschiebung in vertikaler und horizontaler Richtung wird durch das Vertauschen oder Austauschen von Beilagen eines solchen Lagers erzielt. Die Positioniergenauigkeit bei diesem Verfahren liegt im Bereich von 0.05 mm.

**[0004]** Problematisch an diesem Vorgehen ist unter anderem, dass die Traglager, integriert in Verdichtereinlaufgehäuse und Abgasgehäuse, von aussen nicht einfach zugänglich sind. Für eine Korrektur der Traglager muss die Gasturbine respektive Dampfturbine in einem sehr zeitaufwändigen Verfahren wenigstens teilweise geöffnet werden. Erfahrungsgemäss werden 6 Schichten à 12 Stunden für eine derartige Korrektur des Kompressorlagers benötigt.

**[0005]** Nach der Verschiebung der Traglager im Verdichtereinlaufgehäuse müssen zudem anschliessend sämtliche Ölabstreifer und die Kupplungsausrichtung korrigiert werden. Der Zeitaufwand dafür ist typischerweise ca. 6 Schichten.

**[0006]** Der gesamte Zeitaufwand für eine Korrektur ist entsprechend im Bereich von circa 12 Schichten, was einem enormen Betriebsunterbruch mit entsprechenden Kosten gleichkommt.

**[0007]** Aus der DE 26 19 929 A1 ist eine Vorrichtung zur gegenseitigen Lagefestlegung zweier Gasturbinen- Triebwerksbauteile bekannt. Die D1 beschreibt dazu zwei ringförmige "Lokalisierungsglieder" die in der Radialebene zwischen Gehäuseteilen einstellbar an die Gehäuse fixierbar sind und mit denen Triebwerksgehäuseteile relativ zueinander ausgerichtet werden.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Entsprechend betrifft die vorliegende Erfindung ein verbessertes Verfahren zur Einstellung der Lage eines Rotors einer Gasturbine oder einer Dampfturbine relativ zum diesen Rotor im Strömungsbereich umgebenden Gehäuse. Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Gasturbine respektive eine Dampfturbine, welche über entsprechende Vorrichtungen verfügt, um ein derartiges Verfahren durchzuführen.

**[0009]** Das erfindungsgemässe Verfahren ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass die Relativposition des Rotors zu dem den Rotor im Strömungsbereich umgebenden ersten Gehäuse eingestellt wird, indem in einem ersten Schritt die Verschraubung, mit welcher das erste Gehäuse an den den Rotor lagernden Elementen befestigt ist, gelöst wird. Typischerweise handelt es sich bei Letzteren um ein zweites Gehäuse im Lagerungsbereich de Rotors, welches zweite Gehäuse eine feste Relativposition bezüglich Rotorende aufweist und mit dem ersten Gehäuse verschraubt ist.

**[0010]** Nach Öffnen der Verschraubung wird nun die Relativposition dieses zweiten Gehäuses zum ersten Gehäuse eingestellt. Diese Einstellung erfolgt über erste Keilelemente, wobei diese ersten Keilelemente die Position des ersten Gehäuses in vertikaler Richtung relativ zum zweiten Gehäuse festlegen, und die Position in horizontaler Richtung verschieblich lassen.

**[0011]** Anschliessend wird, gegebenenfalls nach einer zusätzlichen Festlegung der Position in horizontaler Richtung, die Verschraubung wieder befestigt und damit das erste am zweiten Gehäuse fixiert.

**[0012]** Strömungsbereich der Heissgase respektive der Kompressionsluft, respektive des Dampfes nicht eingestellt, indem das Lager des Rotors ausgerichtet wird, sondern es wird vielmehr einfach nur der Gehäusebereich, der tatsächlich im Strömungsbereich den Rotor umgibt, relativ zum Rotor in die richtige Position gebracht. Typischerweise ist es ausreichend nur Gehäusebereiche, die den beschaufelten Teil des Rotors umgeben relativ zum Rotor in die richtige Position zu bringen. So erübrigen sich sämtliche Einstellungsmassnahmen, welche beim Verfahren nach dem Stand der Technik erforderlich sind, weil der Rotor in eine andere Position gebracht wird. Zudem ist die Befestigung des ersten Gehäuses am zweiten Gehäuse viel besser zugänglich und entsprechend können derartige Massnahmen mit wesentlich geringerem Zeitaufwand realisiert werden.

**[0013]** Die Korrektur der radialen Rotorposition erfolgt also typischerweise durch eine Verschiebung am Radialflansch des zweiten Gehäuses. Die Positionierung wird durch einstellbare Keile respektive diese umgebende Beilagebleche gewährleistet. Dadurch ergibt sich eine Reduktion der benötigten Zeit auf ca. 3 Schichten. Zudem wird eine höhere Genauigkeit der Einstellung ermöglicht.

**[0014]** Typischerweise handelt es sich bei einer Gasturbine beim ersten Gehäuse um das Verdichtergehäuse und beim zweiten Gehäuse um das Verdichtereinlaufgehäuse.

**[0015]** Gemäss einer ersten bevorzugten Ausführungsform wird zur Einstellung der Position in vertikaler Richtung nach dem Öffnen der Verschraubung das erste Gehäuse unter Verwendung einer Hydraulik positioniert und Beilagebleche, welche auf der Oberseite respektive Unterseite der ersten Keilelemente vorgesehen sind, ausgetauscht werden. Da derartige Beilagebleche sehr dünn gewählt werden können, und zudem an sehr gut zugänglichen Stellen der Maschine angeordnet sind, ist eine sehr präzise Orientierung möglich.

**[0016]** Die oben genannten Keilelemente sind typischerweise auf beiden Seiten des Gehäuses seitlich angeordnet, das heisst bezüglich Rotationsrichtung der Turbine ungefähr an den Positionen 3 und 9 Uhr. Durch die entsprechende Anordnung der Beilagebleche wird durch diese Keilelemente also die vertikale Position, mit anderen Worten die Höhe des ersten Gehäuses (relativ zum Rotor) eingestellt. Die seitliche Position, das heisst die Positionierung in einer horizontalen Verschiebungsrichtung, wird durch diese Keilelemente normalerweise nicht festgelegt, das Gehäuse ist auf den Keilen in dieser Richtung verschiebbar. Zur Festlegung in der horizontalen Verschiebungsrichtung kann gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform entweder oben oder unten (oder beides) ein weiteres analoges Keilelement angeordnet sein, welches seinerseits die seitliche Position festgelegt nicht aber die horizontale.

**[0017]** Entsprechend ist ein Verfahren gemäss einer bevorzugten Ausführungsform dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein zweites Keilelement angeordnet ist, wobei dieses zweite Keilelement die Position des ersten Gehäuses in horizontaler Richtung relativ zum zweiten Gehäuse (typischerweise wiederum über die Austausch von Beilageblechen) festlegt, und die Position in horizontaler Richtung (das heisst nach oben und unten) verschieblich lässt. Vorzugsweise wird auch hier zur Einstellung der Position in horizontaler Richtung nach dem Öffnen der Verschraubung das erste Gehäuse unter Verwendung einer Hydraulik positioniert und Beilagebleche, welche auf den lateralen Seiten des zweiten Keilelements vorgesehen sind, vertauscht oder ausgetauscht. Die Positionierung kann zunächst in vertikaler Richtung erfolgen und anschliessend in horizontaler, oder umgekehrt.

**[0018]** Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Turbine, insbesondere Gasturbine oder Dampfturbine, welche die Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ermöglicht. Konkret verfügt eine derartige Turbine über einen in einem ersten Gehäuse angeordneten Rotor, welcher im Bereich eines zweiten Gehäuses (oder Lagerblockes) gelagert ist, wobei das erste Gehäuse am zweiten Gehäuse befestigt ist. Eine derartige Turbine ist erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass im Befestigungsbereich der Gehäuse erste Keilelemente vorgesehen sind, welche die Position des ersten Gehäuses in vertikaler Richtung relativ zum zweiten Gehäuse festlegen, und die Position in horizontaler Richtung verschieblich lassen, solange die Verschraubung der beiden Gehäuse im gelösten Zustand ist.

**[0019]** Das erste Gehäuse verfügt bei derartigen Turbinen typischerweise über einen radial nach aussen gerichteten ersten Flansch (oder Flanschbereich), und das zweite Gehäuse über einen radial nach aussen gerichteten zweiten, gewissermassen gegenüberliegenden Flansch. Dabei ist das erste Gehäuse am zweiten Gehäuse über diese Flansche befestigt. Normalerweise ist der Rotor auf beiden Seiten gelagert und es gibt zwei derartige zweite Gehäuse. Auf der zweiten gegenüberliegenden Seite kann aber auch ein weiteres anderes Gehäuse (z. B. Turbinengehäuse) liegen, dann kann die Einstellung über solche Keile auch an dieser Schnittstelle erfolgen. Erfindungsgemäss verfügen vorzugsweise der erste Flansch sowie der zweite Flansch über axial fluchtende Ausnehmungen, normalerweise bezüglich Rotationsrichtung des Rotors an den Positionen 9 Uhr und 3 Uhr, und die Keilelemente sind in diesen Ausnehmungen und diese in axialer Richtung überbrückend angeordnet.

**[0020]** Die ersten Keilelemente sind dabei vorzugsweise in Form von Blöcken oder Stäben mit rechteckigem oder quadratischem Querschnitt mit einem ersten Bereich und einem zweiten Bereich ausgebildet.

**[0021]** Nun ist entweder der erste Bereich in der Ausnehmung des ersten Flansches befestigt, und der zweite Bereich, der über horizontal verlaufende Oberseiten und Unterseiten verfügt, ragt in die Ausnehmung des zweiten Flansches hinein und ist mit vertikalem Spiel in der Ausnehmung des zweiten Flansches angeordnet. Dieses Spiel wird dabei über horizontale Beilagebleche überbrückt.

**[0022]** Oder gewissermassen in der umgekehrten Situation ist der erste Bereich in der Ausnehmung des zweiten Flansches befestigt, und der zweite Bereich verfügt über horizontal verlaufende Oberseiten und Unterseiten, und ragt in die Ausnehmung des ersten Flansches mit vertikalem Spiel hinein, wobei dieses Spiel über horizontale Beilagebleche überbrückt wird.

**[0023]** Auch hier kann vorzugsweise wiederum wenigstens ein zweites Keilelement vorgesehen werden, welches die Position des ersten Gehäuses in horizontaler Richtung relativ zum zweiten Gehäuse festlegt, und die Position in vertikaler Richtung verschieblich lässt, solange die Verschraubung der beiden Gehäuse im gelösten Zustand ist. Dieses zweite Keilelement ist vorzugsweise bezüglich Rotationsrichtung des Rotors an den Positionen 12 Uhr und/oder 6 Uhr angeordnet.

**[0024]** Der zweite Bereich der ersten Keilelemente kann über wenigstens eine horizontale, radial bezüglich der Turbinenachse verlaufende Gewindebohrung verfügen, so dass die Relativposition des ersten Gehäuses zum zweiten Gehäuse über eine in dieser Gewindebohrung eingeschraubte Stellschraube eingestellt werden kann. Wenn beispielsweise die Einstellung in vertikaler Richtung mit Hilfe der Keilelemente und Beilagebleche erfolgt, erfolgt die Einstellung in horizontaler Richtung durch diese Stellschraube.

**[0025]** Das erste Keilelement und/oder das zweite Keilelement verfügt typischerweise über eine Länge in axialer Richtung, welche wenigstens im Bereich der Gesamtdicke der beiden Flansche liegt, das heisst diese überbrückt und gegebenenfalls auf einer oder beiden Seiten sogar noch etwas in axialer Richtung über diese hervorsteht.

**[0026]** Der erste Flansch oder der zweite Flansch kann dabei, typischerweise im Bereich der ersten Keilelemente, über jeweils eine Sicherungsschraube verfügen, welche das erste Gehäuse bei gelöster Flanschverschraubung in Position hält. Diese Sicherungsschraube ist vorzugsweise in einem der beiden Flansche in einer Gewindebohrung aufgenommen und im anderen Flansch in einer Ausnehmung mit wesentlich grösserem Durchmesser als der Durchmesser der Sicherungsschraube mit öffnungsseitiger Erweiterung angeordnet. Dabei ist bevorzugtermassen in der Ausnehmung und der Erweiterung eine von der Sicherungsschraube zentral durchtretene Schulterhülse (mit umlaufendem Flansch) mit radialem Spiel angeordnet.

**[0027]** Typischerweise verfügen die Beilagebleche (welche untereinander unterschiedliche Dicke aufweisen können) über eine Dicke im Bereich von 0.025-0.5 mm, vorzugsweise im Bereich von 0.05-0.1 5 mm.

**[0028]** Bevorzugtermassen wird zusammenfassend der Radialflansch (Verdichtergehäuse, Verdichtereinlaufgehäuse) mit 3 einstellbaren Keilen ausgestattet. 2 Keile (die oben genannten ersten Keilelemente), installiert links und rechts unterhalb der Trennebene, gewährleisten die vertikale Ausrichtung des Radialflansches. Ein weiterer Keil (das oben genannte zweite Keilelement) installiert am Unterteil gewährleistet die seitliche, horizontale Positionierung.

**[0029]** Zwei zusätzliche Schulterhülsen bei einer Sicherungsschraube verhindern ein Öffnen der Flanschverbindung beim Lösen der Flanschverschraubung.

**[0030]** Für eine Korrektur sind typischerweise folgende Arbeitsschritte nötig:

a. Lösen der Flanschverschraubung. Die Schrauben müssen nicht entfernt werden.
b. Anheben des Verdichtergehäuses mit hydraulischem Werkzeug bis die seitlichen Führungskeile entlastet sind.
c. Demontage der Führungskeile.
d. Korrektur der Führungskeile (korrektes Einlegen der Beilagebleche).
e. Montage der Führungskeile
f. Herunterlassen des Verdichtergehäuses.
g. Anziehen der Flanschverschraubung.
h. Positionskontrolle der radialen Rotorlage.

**[0031]** Für eine Verschiebung in der horizontalen wird der 6 Uhr Keil korrigiert.

**[0032]** Gewindebohrungen in den seitlichen Keilen können eine seitliche Verschiebung mit Abdrückschrauben oder hydraulischem Werkzeug ermöglichen.

**[0033]** Die Gasturbine muss dabei nicht geöffnet werden.

**[0034]** Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Alle Ausführungsformen sind sowohl für Gasturbinen mit einem Kompressor, einer Brennkammer und einer Turbine als auch für Gasturbinen mit mehreren Kompressoren und/ oder mehreren Brennkammern und/oder mehreren Turbinen, wie sie beispielsweise aus der EP0620363 B1 oder der EP0718470 A2 bekannt sind anwendbar.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0035]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben, die lediglich zur Erläuterung dienen und nicht einschränkend auszulegen sind. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 in a) einen axialen Schnitt durch den Verdichtereinlaufbereich einer Gasturbine, in b) eine perspektivische Ansicht auf eine Lagerungsvorrichtung für einen Rotor nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 in a) einen axialen Schnitt durch den Verdichtereinlaufbereich einer Gasturbine mit einer Flanschverschraubung nach der Erfindung; in b) einen Ausschnitt einer seitlichen Sicht auf die Flanschverschraubung mit einem Keil; in c) eine perspektivische Ansicht auf den Bereich der Flanschverschraubung mit Keil, wobei der Keil gewissermassen in Explosionsdarstellung, d.h. ausserhalb der Ausnehmungen in den Flanschen angegeben ist; in d) einen Schnitt durch eine Sicherungsschraube der Flanschverschraubung.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0036]** Figur 1a zeigt einen schematischen Schnitt durch den Ansaugbereich des Verdichters einer Gasturbine. Die Gasturbine 1 verfügt über einen Verdichter 2. Der Verdichter verfügt über ein Verdichtergehäuse 12, in welchem der Rotor 37 rotiert. Der Rotor 37 verfügt über ein Rotorende 4, dass auf einem Lagerbock 5 gelagert ist, der typischerweise zusammen mit dem Verdichtereinlaufgehäuse 3 ausgebildet ist. Das Verdichtereinlaufgehäuse 3 umschliesst dabei den Ansaugbereich des Verdichters.

**[0037]** Das Rotorende 4 ist in diesem Verdichtereinlaufgehäuse 3 in einer Lagervorrichtung 6 aufgenommen, die im Detail in Figur 1b dargestellt ist. Diese Lagervorrichtung 6 ist in einem Hohlraum 10 dieses Verdichtereinlaufgehäuses 3 angeordnet und damit nur schwer zugänglich.

**[0038]** Für eine optimale Betriebsweise des Verdichters ist es wichtig, dass die radiale Rotorposition, die mit einem Pfeil schematisch angegeben und mit dem Bezugszeichen 14 vermerkt ist, entscheidend. Diese radiale Rotorposition im Strömungsbereich muss beispielsweise bei der Montage oder nach einem Öffnen der Gasturbine für Wartungsarbeiten oder Reparaturen eingestellt werden. Durch einstellen der Rotorposition wird auch das Schaufelspiel 38 eingestellt.

**[0039]** Nach dem üblichen Verfahren erfolgt dies so, dass das Lager 6, welches speziell für eine derartige Einstellung ausgebildet ist, freigelegt wird, der Rotor resp. das Rotorende entlastet wird und für die Höhenverstellung die Beilagen 8 umgelegt werden resp. für die Seitenverstellung die Beilagen 9.

**[0040]** Dieses Verfahren ist nicht nur aufwändig, weil der grundsätzlich schlecht zugängliche Hohlraum 10 freigelegt werden muss, sondern ist auch deshalb umständlich, weil diese Einstellungen nur möglich sind, wenn der Rotor angehoben wird. Zudem macht eine derartige Einstellung eine Nacheinstellung des gesamten Wellenstranges erforderlich. Dies beinhaltet die Einstellung einer angekuppelten Generatorwelle. Im Fall einer sogenannten Einwellenanlage beinhaltet dies die Einstellung des Gasturbinenrotors, der Generatorwelle und auch noch die Einstellung einer angekuppelten Dampfturbinenwelle.

**[0041]** In Figur 2 ist nun dargestellt, wie eine derartige Positionierung des Rotors wesentlich vereinfacht werden kann. Namentlich ist es ja so, dass eigentlich nur die Relativposition von Rotor 37 zu Gehäuse 12 im Strömungsbereich eingestellt werden muss. Entsprechend ist es viel einfacher möglich, diese Relativposition einzustellen, namentlich indem nur die Relativposition des Gehäuses 12 zu jenem Gehäusebereich 3, in welchem die Lagerung des Rotors vorgesehen ist, eingestellt wird.

**[0042]** Beim in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel verfügt zu diesem Zweck das Verdichtereinlaufgehäuse 3 über einen radial sich nach aussen erstreckenden Flansch 11. Auf der anderen Seite verfügt das Verdichtergehäuse 12 ebenfalls über einen radial sich nach aussen erstreckenden und mit dem genannten Flansch 11 in Anlage kommenden Flansch 13. Diese beiden Flansche werden, wie dies insbesondere in der perspektivischen Ansicht gemäss Figur 2c gut erkannt werden kann, über Schrauben, die in fluchtenden Löchern in den beiden Flanschen mit Spiel angeordnet sind, befestigt.

**[0043]** Insbesondere bei einer derartigen relativen Befestigung der beiden Gehäuse 3 und 12 ist es nun möglich, Keilelemente 21 vorzusehen. In einer seitlichen Sicht ist ein solches Keilelement in seiner Anordnung in den genannten Flanschen dargestellt (Fig. 2b). Der Flansch 11 des Verdichtereinlaufgehäuses 3 verfügt über eine axiale Ausnehmung 19, und direkt gegenüberliegend verfügt der Flansch 13 des Verdichtergehäuses 12 ebenfalls über eine axiale Ausnehmung 20. Die Ausnehmungen 19 und 20 fluchten im Wesentlichen. In dieser Ausnehmung wird nun ein Keilelement 21 angeordnet, indem es mit einem ersten Bereich 22 in der Ausnehmung 19 fest fixiert wird, beispielsweise unter Zuhilfenahme von zwei Schrauben 27. Ein zweiter Bereich 23 dieses Keilelements 21 erstreckt sich nun in die Ausnehmung 20 im Flansch 13 des Verdichtergehäuses. Dieser zweite Bereich 23 verfügt über horizontal verlaufende Oberseiten 25 resp. Unterseiten 26. Diese sind aber genügend von den Begrenzungen der Ausnehmung 20 beabstandet, so dass in vertikaler Richtung 17 dieses Bereichs 23 ein Spiel verbleibt.

**[0044]** Dieses Spiel wird nun überbrückt durch Beilagebleche 24, welche auf der Unterseite, auf der Oberseite, oder auf beiden Seiten angeordnet sein können.

**[0045]** Bei einem solchen Keilelement, welches auf der Dreiuhrposition oder der Neunuhrposition des Flansches angeordnet ist, resp. leicht unterhalb, ist es nun möglich, wenn das Gehäuse 12 beispielsweise unter Zuhilfenahme einer Hydraulik leicht angehoben wird, Beilagebleche 24 zu entnehmen, die Position des Gehäuses 12 und damit des Flansches 13 so auszurichten, dass die Relativposition 14 wieder optimal eingestellt ist, und anschliessend die Beilagebleche wieder so einzulegen, dass der Bereich 23 im wesentlichen formschlüssig im Ausnehmungsbereich 20 des Flansches 13 gefangen ist.

**[0046]** Einmal so gefangen bleibt aber das Gehäuse 12 in einer horizontalen Richtung 18 verschiebbar, und ist entsprechend in seiner vertikalen Position fixiert aber kann nun in einem zweiten Schritt in der horizontalen Richtung eingestellt werden.

**[0047]** Zu diesem Zweck ist nun ein weiterer analog ausgestalteter Keil bei der Zwölfuhrposition und/oder der Sechsuhrposition angeordnet, auch dort werden nun die Beilagenbleche entfernt, die Einstellung in horizontaler Richtung 18 eingestellt, die Beilagebleche nun wieder im wesentlichen formschlüssig eingelegt und nun, nachdem sowohl die hori-

zontale als auch die vertikale Position korrekt festgelegt sind, die Flanschverschraubung wieder festgezogen.

**[0048]** Um sicherzustellen, dass sich das Gehäuse 12 bei einem Lösen der Flanschverschraubung 29 nicht zu weit von der gewünschten Position verschieben kann, ist es möglich, eine Sicherungsschraube 31, wie sie in einer Schnittdarstellung in Figur 2d dargestellt ist, vorzusehen. Die Sicherungsschraube 31 ist in einer Gewindebohrung 33 im Flansch 13 eingeschraubt. Auf der anderen Seite ist im Flansch 11 eine grosse Ausnehmung 32 vorgesehen, in welcher eine Schulterhülse 34 mit umlaufendem Flansch 35 angeordnet ist. Der umlaufende Flansch wird dabei wiederum mit Spiel in einer Erweiterung 36 der Ausnehmung 32 gefangen. Eine solche Sicherungsschraube wird entsprechend für die Justierung der Relativposition des Gehäuses 12 mit einer Hülse ausgeführt die eine radiale Toleranz zur Sicherungsschraube aufweisst, so dass die Relativposition des Gehäuses 12 zum Gehäuse 3 beispielsweise durch die verwendete Hydraulik eingestellt werden kann.

BEZUGSZEICHENLISTE

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Gasturbine | 21 | Keilelement |
| 2 | Verdichter | 22 | in 11 befestigter Bereich von 21 |
| 3 | Verdichtereinlaufgehäuse | 23 | in 20 hineinragender Bereich von 21 |
| 4 | Rotorende | 24 | Beilageblech |
| 5 | Lagerbock | 25 | horizontale Oberseite von 23 |
| 6 | Lager von 4 | 26 | horizontale Unterseite von 23 |
| 7 | Aufnahmeöffnung in 6 für 4 | 27 | Befestigungsschraube |
| 8 | Beilagen für Höhenverstellung von 6 | 28 | Gewindebohrung |
| 9 | Beilagen für seitliche Verstellung von 6 | 29 | Schrauben von Flanschverschraubung |
| 10 | Hohlraum in 5 für 6 | 30 | Gewindebohrungen in 11 bei 19 |
| 11 | Flansch von 3 | 31 | Sicherungsschraube der Flanschverschraubung |
| 12 | Verdichtergehäuse | 32 | Ausnehmung für 31 in 11 |
| 13 | Flansch von 12 | 33 | Innengewindebohrung in 13 für 31 |
| 14 | radiale Rotorposition gemessen Rotor relativ zu Gehäuse, vertikal | 34 | Schulterhülse |
| 15 | vertikale Verstellung der Rotorposition über 6 | 35 | Flansch von 34 |
| 16 | vertikale Verstellung der Rotorposition über Flanschverbindung | 36 | erweiterter Bereich von 32 |
| 17 | vertikale Richtung | 37 | Rotor |
| 18 | horizontale Richtung | 38 | Schaufelspiel |
| 19 | Ausnehmung in 11 | | |
| 20 | Ausnehmung in 13 | | |

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung der Lage eines Rotors (37) einer Gasturbine (1) oder einer Dampfturbine, wobei die Relativposition des Rotors (37) zu dem den Rotor (37) im Strömungsbereich umgebenden ersten Gehäuse (12) eingestellt wird, indem bei einem zweiten Gehäuse (3) im Lagerungsbereich des Rotors (37), welches zweite Gehäuse (3) eine feste Relativposition bezüglich Rotorende (4) aufweist und mit dem ersten Gehäuse (12) verschraubt ist, nach Öffnen der Verschraubung die Relativposition dieses zweiten Gehäuses (3) zum ersten Gehäuse (12) eingestellt wird und die Verschraubung wieder befestigt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relativposition dieses zweiten Gehäuses (3) zum ersten Gehäuse (12) über erste Keilelemente (21) eingestellt wird, wobei diese ersten Keilelemente (21) die Position des ersten Gehäuses (12) in vertikaler Richtung (17) relativ zum zweiten Gehäuse (3) festlegen, und die Position in horizontaler Richtung (18) verschieblich lassen, und die Verschraubung wieder befestigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Einstellung der Position in vertikaler Richtung

(17) nach dem Öffnen der Verschraubung das erste Gehäuse (12) unter Verwendung einer Hydraulik positioniert wird und anschliessend Beilagebleche (24), welche auf der Oberseite (25) respektive Unterseite (26) der ersten Keilelemente (21) vorgesehen sind, ausgetauscht werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein zweites Keilelement angeordnet ist, wobei dieses zweite Keilelement die Position des ersten Gehäuses (12) in horizontaler Richtung (18) relativ zum zweiten Gehäuse (3) festlegt, und die Position in horizontaler Richtung verschieblich lässt, und dass vorzugsweise zur Einstellung der Position in horizontaler Richtung (18) nach dem Öffnen der Verschraubung das erste Gehäuse (12) unter Verwendung einer Hydraulik positioniert wird und Beilagebleche (24), welche auf den Seiten des zweiten Keilelements vorgesehen sind, ausgetauscht werden.

4. Turbine, insbesondere Gasturbine oder Dampfturbine, mit einem in einem ersten Gehäuse (12) angeordneten Rotor (37), welcher ein Rotorende (4) umfasst, welche im Bereich eines zweiten Gehäuses (3) gelagert ist, wobei das erste Gehäuse (12) einen radial nach aussen gerichteten ersten Flansch (13) aufweist, dass das zweite Gehäuse (3) einen radial nach aussen gerichteten zweiten Flansch (11) aufweist und das erste Gehäuse (12) am zweiten Gehäuse (3) über diese Flansche (11,13) befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Flansch (13) sowie der zweite Flansch (11) über axial fluchtende Ausnehmungen (19,20), bezüglich Rotationsrichtung des Rotors verfügen und im Befestigungsbereich der Gehäuse (3,12) erste Keilelemente (21) vorgesehen sind, die in diesen Ausnehmungen (19,20) und diese in axialer Richtung überbrückend angeordnet sind, welche die Position des ersten Gehäuses (12) in vertikaler Richtung (17) relativ zum zweiten Gehäuse (3) festlegen, und die Position in horizontaler Richtung (18) verschieblich lassen, solange die Verschraubung der beiden Gehäuse (3,12) im gelösten Zustand ist.

5. Turbine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die axial fluchtende Ausnehmungen (19,20), bezüglich Rotationsrichtung des Rotors an den Positionen 9 Uhr und 3 Uhr angeordnet sind.

6. Turbine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Keilelemente (21) in Form von Blöcken mit einem ersten Bereich (22) und einem zweiten Bereich (23) ausgebildet sind, und dass
der erste Bereich (22) in der Ausnehmung (19) des ersten Flansches (13) befestigt ist, und der zweite Bereich über horizontal verlaufende Oberseiten (25) und Unterseiten (26) verfügt, in die Ausnehmung (20) des zweiten Flansches (11) hineinragt und mit vertikalem Spiel in der Ausnehmung (20) des zweiten Flansches (11) angeordnet ist, wobei dieses Spiel über horizontale Beilagebleche (24) überbrückt wird,
oder dass der erste Bereich (22) in der Ausnehmung (20) des zweiten Flansches (11) befestigt ist, und der zweite Bereich (23) über horizontal verlaufende Oberseiten (25) und Unterseiten (26) verfügt, in die Ausnehmung (19) des ersten Flansches (13) hineinragt und mit vertikalem Spiel in der Ausnehmung (19) des ersten Flansches (13) angeordnet ist, wobei dieses Spiel über horizontale Beilagebleche (24) überbrückt wird.

7. Turbine nach einem der Ansprüche 4-6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein zweites Keilelement (21) vorgesehen ist, welches die Position des ersten Gehäuses (12) in horizontaler Richtung (18) relativ zum zweiten Gehäuse (3) festlegt, und die Position in vertikaler Richtung (17) verschieblich lässt, solange die Verschraubung der beiden Gehäuse (3,12) im gelösten Zustand ist, wobei dieses zweite Keilelement (21) vorzugsweise bezüglich Rotationsrichtung des Rotors an den Positionen 12 Uhr oder 6 Uhr angeordnet ist.

8. Turbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4-7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Bereich der ersten Keilelemente (21) über wenigstens eine horizontale, radial bezüglich der Turbinenachse verlaufende Gewindebohrung (28) verfügt, und dass die Relativposition des ersten Gehäuses (12) zum zweiten Gehäuse (3) über eine in dieser Gewindebohrung (28) eingeschraubte Stellschraube eingestellt wird.

9. Turbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Keilelement (21) und/oder das zweite Keilelement über eine Länge in axialer Richtung verfügt, welche wenigstens im Bereich der Gesamtdicke der beiden Flansche (11,13) liegt.

10. Turbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Flansch (11) oder der zweite Flansch (13) im Bereich der ersten Keilelemente (21) über jeweils eine Sicherungsschraube (31) verfügt, welche das erste Gehäuse (12) bei gelöster Flanschverschraubung in Position halten, wobei diese Sicherungsschraube (31) vorzugsweise in einem Flansch in einer Gewindebohrung (33) aufgenommen ist und im anderen Flansch in einer Ausnehmung (32) mit öffnungsseitiger Erweiterung (36) angeordnet ist, wobei in der Ausnehmung (32) und der Erweiterung (36) eine von der Sicherungsschraube (31) zentral durchtretene Schulterhülse der (34) mit Spiel angeordnet ist.

11. Turbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4-10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beilagebleche (24) eine Dicke im Bereich von 0.025-0.5 mm, vorzugsweise im Bereich von 0.05-0.1 5 mm aufweisen.

## Claims

1. Method for adjusting the position of a rotor (37) of a gas turbine (1) or a steam turbine, wherein the relative position of the rotor (37) to a first housing (12) surrounding the rotor (37) in the flow region is adjusted in that, in a second housing (3) in the mounting region of the rotor (37), which second housing (3) has a fixed position relative to the rotor end (4) and which is screwed to the first housing (12), after releasing the screwing, the relative position of this second housing (3) to the first housing (12) is adjusted and the screwing resecured, **characterised in that** the relative position of this second housing (3) to the first housing (3) is adjusted via first wedge elements (21), wherein these first wedge elements (21) establish the position of the first housing (12) in the vertical direction (17) relative to the second housing (3), and leave the position movable in the horizontal direction (18), and the screwing is resecured.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** to adjust the position in the vertical direction (17), after releasing the screwing, the first housing (12) is positioned using hydraulics and then shim plates (24), which are provided on the top side (25) or bottom side (26) respectively of the first wedge elements (21), are exchanged.

3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one second wedge element is arranged, wherein this second wedge element establishes the position of the first housing (12) in the horizontal direction (18) relative to the second housing (3) and leaves the position movable in the horizontal direction, and that preferably, to adjust the position in the horizontal direction (18), after releasing the screwing, the first housing (12) is positioned using hydraulics and shim plates (24), which are provided on the sides of the second wedge element, are exchanged.

4. Turbine, in particular gas turbine or steam turbine, with a rotor (37) arranged in a first housing (12) and having a rotor end (4) which is mounted in the region of the second housing (3), wherein the first housing (12) has a first flange (13) oriented radially outwardly, the second housing (3) has a second flange (11) oriented radially outwardly, and the first housing (12) is attached to the second housing (3) via these flanges (11, 13), **characterised in that** the first flange (13) and the second flange (11) have recesses (19, 20) aligned axially relative to the rotation direction of the rotor, and in the fixing region of the housing (3, 12), first wedge elements (21) are provided which are arranged in these recesses (19, 20) and bridge these in the axial direction, and which establish the position of the first housing (12) in the vertical direction (17) relative to the second housing (3) and leave the position movable in the horizontal direction (18) as long as the screwing of the two housings (3, 12) is in the released state.

5. Turbine according to claim 4, **characterised in that** the recesses (19, 20) aligned axially relative to the rotation direction of the rotor are arranged at the 9 o'clock and 3 o'clock positions.

6. Turbine according to claim 5, **characterised in that** the first wedge elements (21) are formed as blocks with a first region (22) and a second region (23), and
that the first region (22) is fixed in the recess (19) of the first flange (13), and the second region has a horizontally running top side (25) and bottom side (26), protrudes into the recess (20) of the second flange (11) and is arranged with vertical play in the recess (20) of the second flange (11), wherein this play is bridged by horizontal shim plates (24), or
that the first region (22) is fixed in the recess (20) of the second flange (11), and the second region (23) has a horizontally running top side (25) and bottom side (26), protrudes into the recess (19) of the first flange (13) and is arranged with vertical play in the recess (19) of the second flange (13), wherein this play is bridged by horizontal shim plates (24).

7. Turbine according to any of claims 4 to 6, **characterised in that** at least one second wedge element (21) is provided which establishes the position of the first housing (12) in the horizontal direction (18) relative to the second housing (3) and leaves the position movable in the vertical direction (17) as long as the screwing of the two housings (3, 12) is in the released state, wherein the second wedge element (21) is preferably arranged at the 12 o'clock or 6 o'clock position relative to the rotation direction of the rotor.

8. Turbine according to any of the preceding claims 4 to 7, **characterised in that** the second region of the first wedge

elements (21) has at least one horizontal threaded bore (28) running radially relative to the turbine axis, and that the relative position of the first housing (12) to the second housing (3) is adjusted via an adjustment screw screwed into this threaded bore (28).

**9.** Turbine according to any of the preceding claims 4 to 8, **characterised in that** the first wedge element (21) and/or the second wedge element has a length in the axial direction which lies at least in the region of the total thickness of the two flanges (11, 13).

**10.** Turbine according to any of the preceding claims 4 to 9, **characterised in that** the first flange (11) or the second flange (13) each have, in the region of the first wedge elements (21), a lock screw (31) which holds the first housing (12) in position when the flange screwing is released, wherein preferably this lock screw (31) in one flange is received in a threaded bore (33) and in the other flange is arranged in a recess (32) with widening (36) on the opening side, wherein a shoulder sleeve (34) protruding centrally from the locking screw (31) is arranged with play in the recess (32) and in the widening (36).

**11.** Turbine according to any of the preceding claims 4 to 10, **characterised in that** the shim plates (24) have a thickness in the range from 0.025 to 0.5 mm, preferably in the range from 0.05 to 0.15 mm.

## Revendications

**1.** Procédé de réglage de la position du rotor (37) d'une turbine à gaz (1) ou d'une turbine à vapeur, qui permet de régler la position relative du rotor (37) par rapport au premier carter (12) entourant le rotor (37) dans la zone d'écoulement, par l'intermédiaire d'un deuxième carter (3) dans la zone de logement du rotor (37), ce deuxième carter (3) présentant une position relative fixe par rapport à une extrémité du rotor (4) et étant vissé sur le premier carter (12), après l'ouverture du raccord vissé, la position relative de ce deuxième carter (3) par rapport au premier carter (12) est réglé et le raccord vissé est fixé à nouveau, **caractérisé en ce que** la position relative de ce deuxième carter (3) par rapport au premier carter (12) est réglée à l'aide des premiers éléments cunéiformes (21), les premiers éléments cunéiformes (21) déterminant la position du premier carter (12) dans la direction verticale (17) par rapport au deuxième carter (3) et lui permettant de coulisser horizontalement (18) et le raccord vissé est à nouveau fixé.

**2.** Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour régler la position dans la direction verticale (17) après l'ouverture du raccord vissé, le premier carter (12) est positionné à l'aide d'un système hydraulique puis les cales de montage (24), prévues respectivement sur le côté supérieur (25), et sur le côté inférieur (26) des premiers éléments cunéiformes (21), sont échangées.

**3.** Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un deuxième élément cunéiforme est disposé, ce deuxième élément cunéiforme déterminant la position du premier carter (12) dans la direction horizontale (18) par rapport au deuxième carter (3) et lui permettant de coulisser dans la direction horizontale et, **en ce que**, pour régler la position dans la direction horizontale (18), après l'ouverture du raccord vissé, le premier carter (12) est de préférence positionné à l'aide d'un système hydraulique et les cales de montage (24), prévues sur les côtés du deuxième élément cunéiforme, sont échangées.

**4.** Turbine, plus particulièrement turbine à gaz ou turbine à vapeur, avec un rotor (37) disposé dans un premier carter (12), comprenant une extrémité de rotor (4), logée au niveau d'un deuxième carter (3), le premier carter (12) présentant une première bride (13) orientée radialement vers l'extérieur, le deuxième carter (3) présentant une deuxième bride (11) orientée radialement vers l'extérieur et le premier carter (12) étant fixé sur le deuxième carter (3) par l'intermédiaire de ces brides (11, 13), **caractérisée en ce que** la première bride (13) ainsi que la deuxième bride (11) sont munies d'évidements (19, 20) alignés axialement par rapport à la direction de rotation du rotor et, dans la zone de fixation des carters (3, 12), sont prévus les premiers éléments cunéiformes (21) disposés dans ces évidements (19, 20) et pontant ceux-ci dans la direction axiale, lesquels déterminent la position du premier carter (12) dans la direction verticale (17) par rapport au deuxième carter (3) et lui permettent de coulisser dans la direction horizontale (18) tant que le raccord vissé des deux carters (3, 12) est en position desserrée.

**5.** Turbine selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** les évidements (19, 20) alignés axialement par rapport à la direction de rotation du rotor sont disposés en position « 9 heures » et « 3 heures ».

**6.** Turbine selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** les premiers éléments cunéiformes (21) ont une forme

de blocs avec une première zone (22) et une deuxième zone (23) et, **en ce que**
la première zone (22) est fixée dans l'évidement (19) de la première bride (13) et la deuxième zone munie de côtés supérieurs (25) et de côtés inférieurs (26) s'étendant horizontalement dépasse dans l'évidement (20) de la deuxième bride (11) et est disposée dans l'évidement (20) de la deuxième bride (11) avec un jeu vertical, ce jeu étant compensé par des cales de montage horizontales (24),
ou **en ce que** la première zone (22) est fixée dans l'évidement (20) de la deuxième bride (11) et la deuxième zone (23), munie de côtés supérieurs (25) et de côtés inférieurs (26), s'étendant horizontalement dépasse dans l'évidement (19) de la première bride (13) et est disposée dans l'évidement (19) de la première bride (13) avec un jeu vertical, ce jeu étant compensé par des cales de montage horizontales (24).

**7.** Turbine selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce qu'**au moins un deuxième élément cunéiforme (21) est prévu, qui détermine la position du premier carter (12) dans la direction horizontale (18) par rapport au deuxième carter (3) et permet de le faire coulisser dans la direction verticale (17) tant que le raccord vissé des deux carters (3, 12) est en position desserrée, ce deuxième élément cunéiforme (21) étant de préférence disposé, par rapport à la direction de rotation du rotor, au niveau des positions « 12 heures » ou « 6 heures ».

**8.** Turbine selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisée en ce que** la deuxième zone des premiers éléments cunéiformes (21) est munie d'au moins un alésage fileté (28) horizontal, s'étendant radialement par rapport à l'axe de la turbine et, **en ce que** la position relative du premier carter (12) par rapport au deuxième carter (3) est réglée par l'intermédiaire d'une vis de réglage vissée dans cet alésage fileté (28).

**9.** Turbine selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisée en ce que** le premier élément cunéiforme (21) et/ou le deuxième élément cunéiforme possèdent une longueur dans la direction axiale étant au moins de l'ordre de l'épaisseur totale des deux brides (11, 13).

**10.** Turbine selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisée en ce que** la première bride (11) ou la deuxième bride (13) dispose, au niveau des premiers éléments cunéiformes (21), d'une vis de blocage (31) qui maintient le premier carter (12) en position lorsque la bride est dévissée, cette vis de blocage (31) étant de préférence logée dans l'alésage fileté (33) d'une bride, et étant disposée dans l'autre bride dans un évidement (32), avec une extension (36) côté ouverture, moyennant quoi dans l'évidement (32) et dans l'extension (36), se trouve une douille à épaulement (34), traversée au centre par la vis de blocage (31) dotée d'un jeu.

**11.** Turbine selon l'une des revendications 4 à 10, **caractérisée en ce que** les cales de montage (24) présentent une épaisseur de l'ordre de 0,025 à 0,5 mm, de préférence de l'ordre de 0,05 à 0,15 mm.

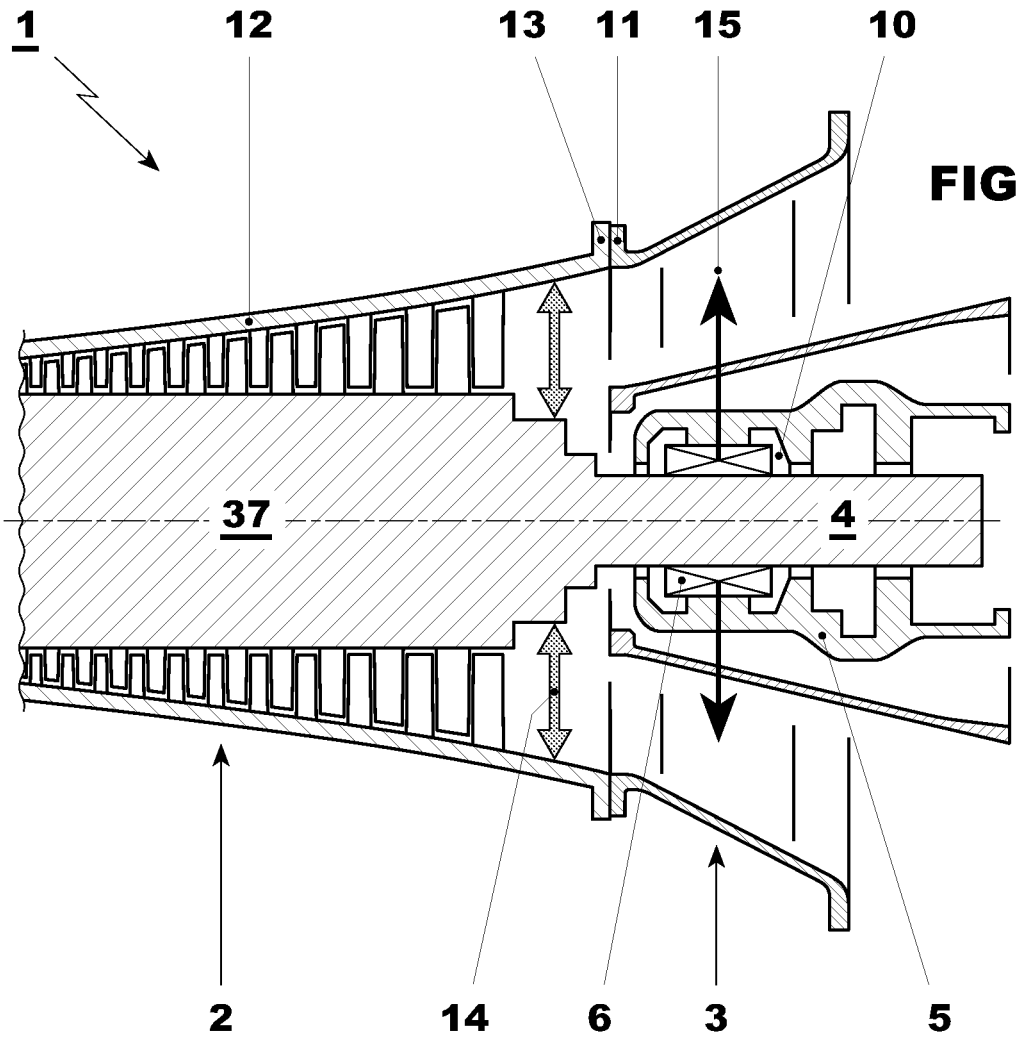



FIG. 1a

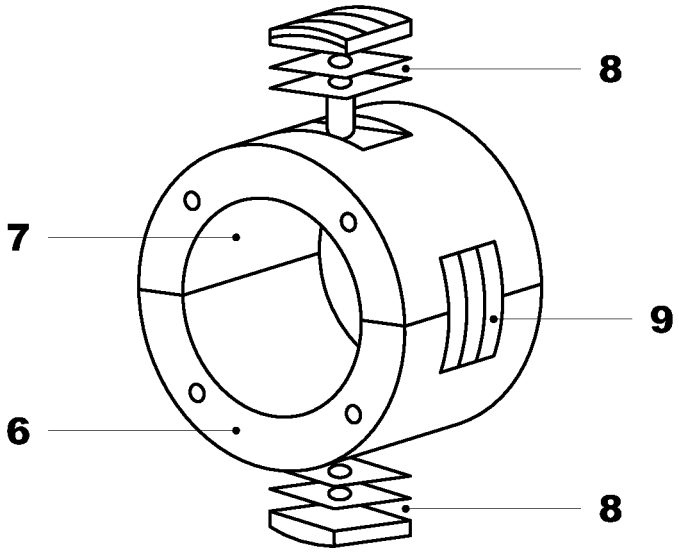



FIG. 1b

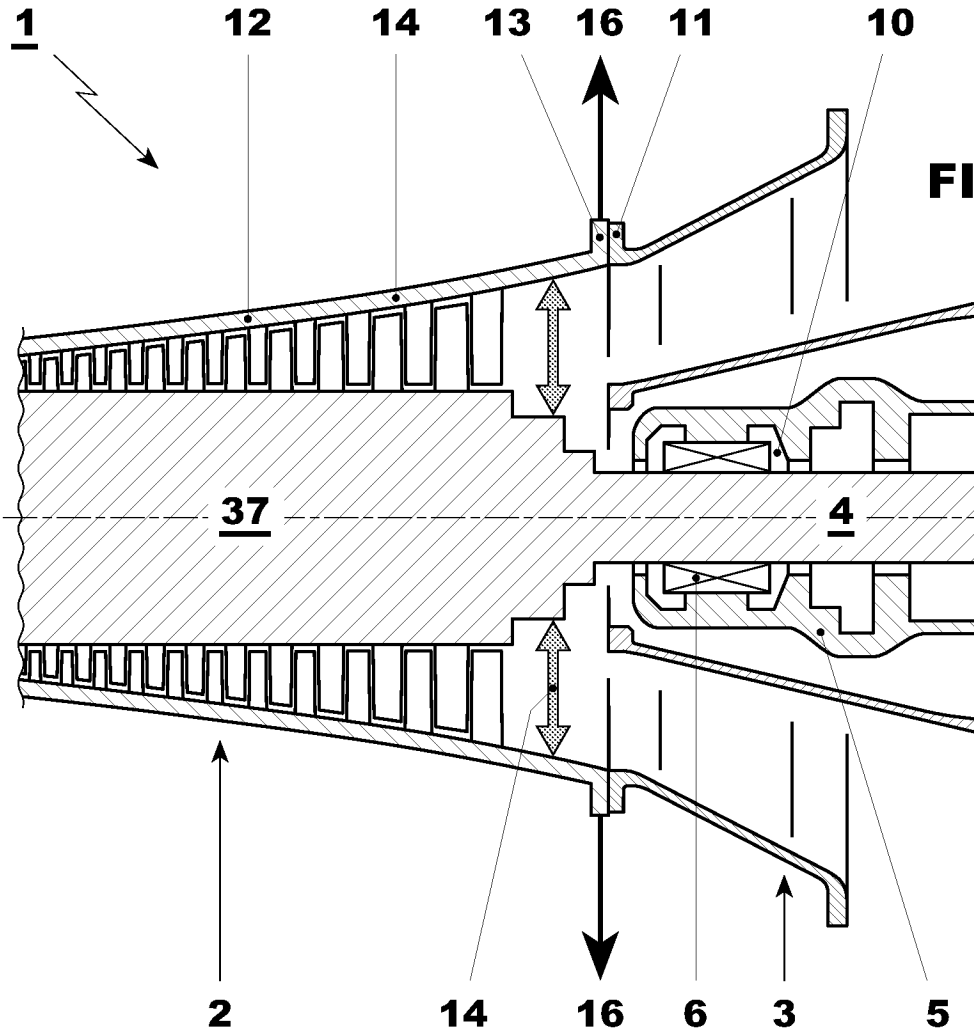

1
12
14
13
16
11
10
37
4
2
14
16
6
3
5

FIG. 2a

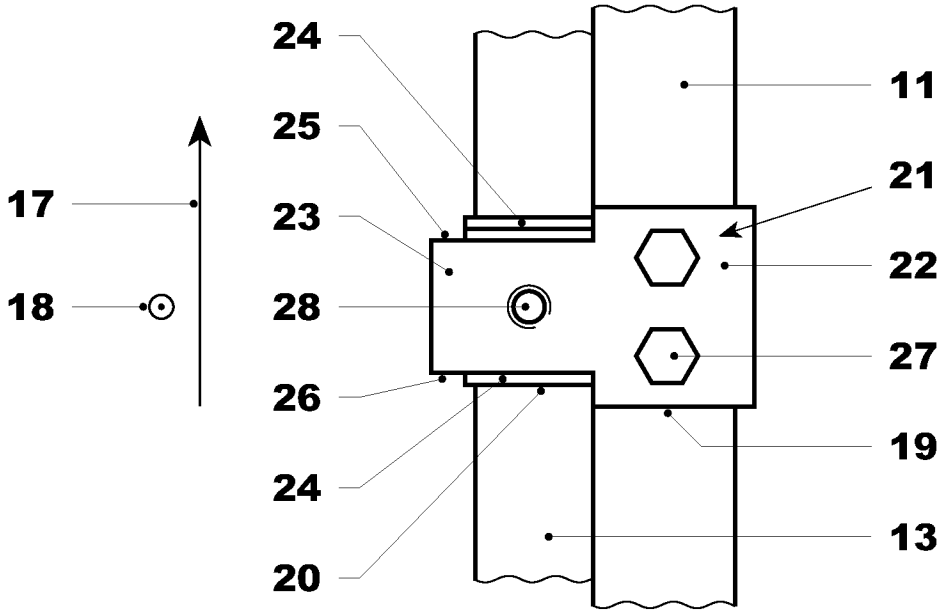

24
25
23
28
26
24
20
17
18
11
21
22
27
19
13

FIG. 2b

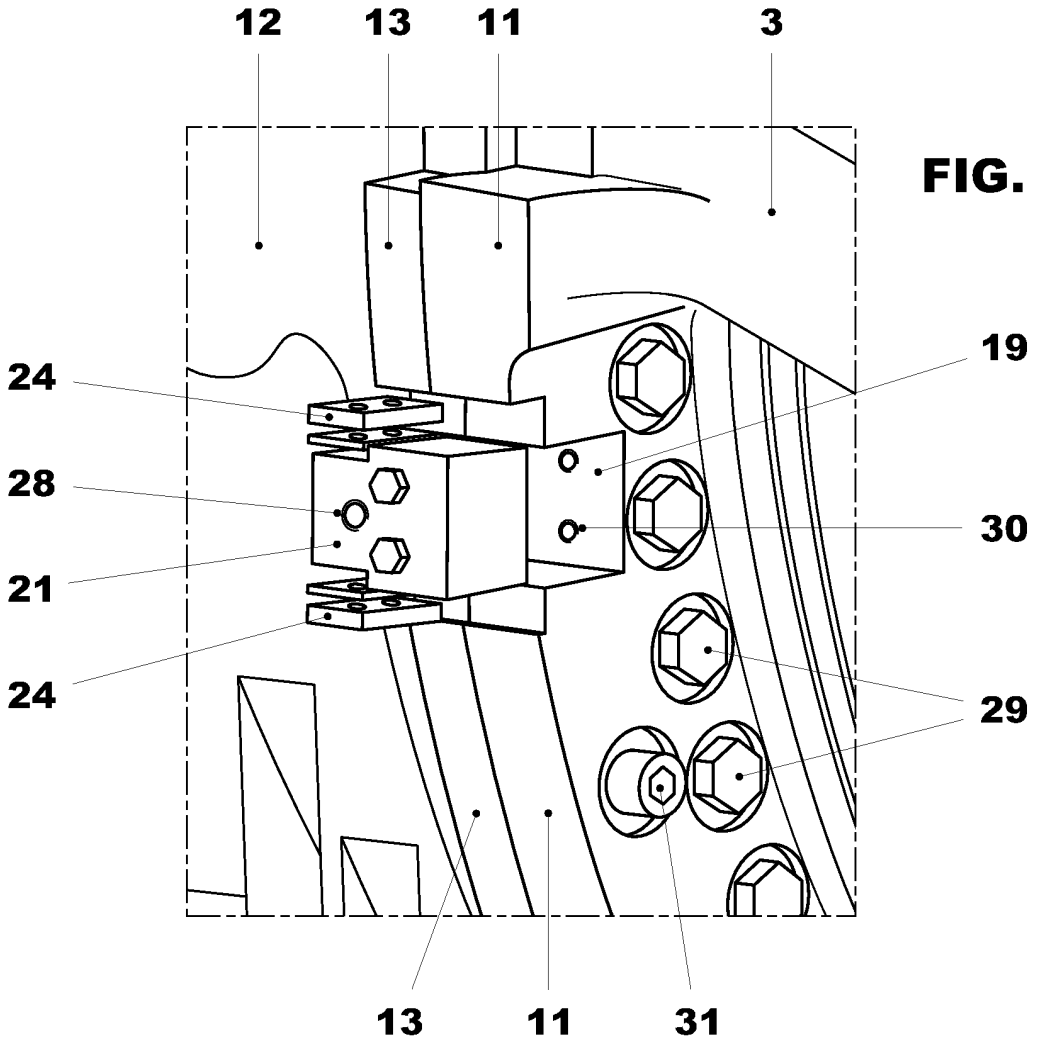



FIG. 2c

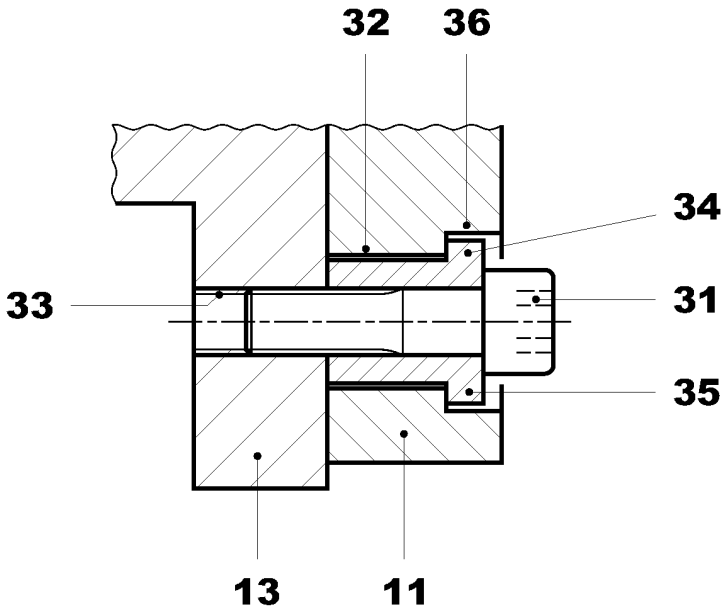



FIG. 2d

## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente


- DE 2619929 A1 **[0007]**
- EP 0620363 B1 **[0034]**
- EP 0718470 A2 **[0034]**