

(19)



(11)

EP 2 723 996 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
F01D 11/04 ^(2006.01) **F01D 25/26** ^(2006.01)
F01K 7/16 ^(2006.01) **F01K 13/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12745820.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/065215

(22) Anmeldetag: **03.08.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/034377 (14.03.2013 Gazette 2013/11)

(54) **VERFAHREN ZUR TEMPERATURAUSGLEICHUNG IN EINER DAMPFTURBINE**

METHOD FOR TEMPERATURE BALANCE IN A STEAM TURBINE

PROCÉDÉ D'ÉQUILIBRAGE DES TEMPÉRATURES DANS UNE TURBINE À GAZ

(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: **05.09.2011 EP 11180026**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.04.2014 Patentblatt 2014/18

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **GLOSS, Daniel
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**

- **DEISTER, Frank
47877 Willich (DE)**
- **FÖRSTER, Ingo
45468 Mülheim/Ruhr (DE)**
- **MUSCH, Christian
45259 Essen (DE)**
- **STÜER, Heinrich
45721 Haltern (DE)**
- **TRUCKENMÜLLER, Frank
44879 Bochum (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 630 360 EP-A2- 2 067 933
WO-A2-2008/104465 JP-A- 2004 346 932
US-A- 2 815 645

EP 2 723 996 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine umfassend ein Außengehäuse, ein innerhalb des Außengehäuses angeordnetes Innengehäuse und einen innerhalb des Innengehäuses drehbar gelagerten Rotor, wobei zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse ein Zwischenraum ausgebildet ist, wobei zwischen dem Außengehäuse und dem Rotor eine Sperrdampfdichtung ausgebildet ist.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Vermeidung einer Gehäuseverkrümmung einer Dampfturbine.

[0003] Das Turbinengehäuse einer Dampfturbine umfasst in der Regel ein Innengehäuse und ein Außengehäuse, wobei zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse ein Zwischenraum ausgebildet ist. Diese beiden Gehäuseteile weisen wiederum eine Oberhälfte und eine Unterhälfte auf, bei Hochdruckturbinen ist das Außengehäuse auch als Topfdesign ausgeführt. Insbesondere nach dem Abschalten der Dampfturbine treten an und zwischen den Gehäusen Temperaturdifferenzen auf, die zwischen der Unterhälfte und der vergleichsweise heißen Oberfläche mehrere Kelvin betragen können.

[0004] Wird die Dampfturbine abgeschaltet, so kühlt das Außengehäuse schneller aus als das Innengehäuse. Dadurch wird infolge freier oder natürlicher Konvektion (Naturkonvektion) im Zwischenraum zwischen dem Innengehäuse und dem Außengehäuse eine Auftriebsströmung induziert, die einen Wärmeeintrag in die Oberhälfte des Außengehäuses bewirkt. Dies wiederum kann zu einer Gehäusekrümmung insbesondere in der Oberhälfte des Außengehäuses führen, mit der Folge, dass dort unerwünschte Spannungen des Gehäusematerials und Spielüberbrückungen entstehen. Eine Verkrümmung des Innengehäuses kann zu unerwünschten Anstreifschäden führen, wenn in ungünstigen Fällen Turbinenschaufeln das Gehäuse streifen.

[0005] In der Regel weisen Dampfturbinen ein Innengehäuse und ein das Innengehäuse umgebendes Außengehäuse auf, wobei durch diese Doppel-Mantel-Gehäusekonstruktion ein Zwischenraum gebildet ist. Das Innengehäuse ist in seiner axialen Erstreckung zumindest teilweise von einer Verschalung ummantelt, welche im Zwischenraum angeordnet ist. Eine solche Art von Dampfturbine ist zum Beispiel in dem Dokument EP1630360 A1 offenbart.

[0006] Nach einem Abfahren oder einem Lastabwurf einer Dampfturbine ist im Raum zwischen dem Innen- und Außengehäuse eine bestimmte Menge Dampf, was abhängig ist vom herrschenden Druck. Durch natürliche Konvektion entsteht eine Temperaturschichtung zwischen dem oberen und dem unteren Bereich im Gehäuse bzw. im Zwischenraum. Diese unterschiedlichen Temperaturen führen zu einer Verkrümmung des Außengehäuses, was auch als Buckeln bezeichnet wird. Dieses sogenannte Buckeln gilt es zu vermeiden, da das Innengehäuse im Außengehäuse aufliegt und es in Folge der

Verkrümmung zu einer Verlagerung des Innengehäuses gegenüber dem Rotor führen kann, was im schlimmsten Fall zu einer Überbrückung der Radialspele führt und evtl. ein Anstreifen zur Folge hat.

[0007] Bisher wurde dieses Problem dadurch gelöst, dass ein genügend großes Radialspiel berücksichtigt wurde. Allerdings wird dadurch eine Verschlechterung des Wirkungsgrades hervorgerufen.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verkrümmung des Außengehäuses, insbesondere beim Abkühlen der Turbine, zu verhindern oder zumindest gering zu halten. Des Weiteren soll ein Verfahren zur Vermeidung einer Gehäuseverkrümmung beim Abschalten der Turbine angegeben werden.

[0009] Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Dampfturbine gemäß dem unabhängigen Anspruch 1.

[0010] Die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Vermeidung einer Gehäuseverkrümmung einer Dampfturbine beim Abschalten der Dampfturbine, gemäß dem unabhängigen Anspruch 3.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0012] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass eine Ausbildung von Temperaturschichten im Zwischenraum vermieden wird durch das Eindüsen von Sperrdampf. Dies führt zu einer Verwirbelung der Schichten und somit zu einer Verringerung der thermischen Spannungen, was wiederum die Verkrümmung des Außengehäuses reduziert.

[0013] Die Zuströmöffnung wird strömungstechnisch mit der Sperrdampfdichtung verbunden, was eine vergleichsweise kostengünstige Lösung ist.

[0014] Es wird eine Sperrdampfleitung ausgebildet, die zum einen eine Zuströmung zur Sperrdampfdichtung mit Sperrdampf ermöglicht und des Weiteren eine Abzweigung aufweist, die mit der Zuströmöffnung strömungstechnisch verbunden ist.

[0015] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

FIG 1 Querschnittsansicht einer Dampfturbine,

FIG 2 Querschnittsansicht einer Dampfturbine in Strömungsrichtung gesehen.

[0017] Die FIG 1 zeigt eine in Querschnittsansicht dargestellte Dampfturbine 1, die ein Außengehäuse 2 und ein innerhalb des Außengehäuses 2 angeordnetes Innengehäuse 3 umfasst. Innerhalb des Innengehäuses 3 ist ein Rotor 4 um eine Rotationsachse 5 drehbar gelagert. Zwischen dem Innengehäuse 3 und dem Außengehäuse 4 ist ein Zwischenraum 6 ausgebildet. Das Innengehäuse 3 und das Außengehäuse 2 lassen sich jeweils in einen ersten, oberen Teilbereich, die Oberhälfte,

sowie in einen zweiten, unteren Teilbereich, die Unterhälfte, aufteilen.

[0018] Die Dampfturbine 1 weist des Weiteren einen Dichtungsbereich 7 auf, der einen Außenraum 8 von einem Innenraum 9 der Dampfturbine 1 trennt. Zwischen dem Rotor und dem Außengehäuse 2 im Dichtungsbereich 7 sollte keine strömungstechnische Verbindung erfolgen. Dazu weist der Dichtungsbereich 7 eine Sperrdampföffnung 10 auf, die derart ausgebildet ist, dass ein kalter Sperrdampf, der von extern zugeführt werden kann, in einen Spalt zwischen dem Außengehäuse 2 und dem Rotor 4 strömen kann. Mit Hilfe sogenannter Wrasendampfabsaugungen 11, wird ein Mischdampf wieder abgesaugt.

[0019] Zwischen dem Außengehäuse 2 und dem Rotor 4 ist somit eine Sperrdampfdichtung 12 ausgebildet. Das Außengehäuse 2 weist eine Zuströmöffnung 13 zum Zuströmen von Sperrdampf in den Zwischenraum 6 auf. Somit wird der im Zwischenraum 6 befindliche Dampf durch den einströmenden Sperrdampf über die Zuströmöffnung 13 verwirbelt, was somit die natürliche Konvektion im Zwischenraum 6 erhöht und dadurch ein Buckeln des Außengehäuses 2 vermeidet.

[0020] Die Zuströmöffnung 13 ist strömungstechnisch mit der Sperrdampföffnung 10 verbunden.

[0021] Die FIG 2 zeigt einen in Rotationsachsenrichtung 5 gesehenen Querschnitt der Dampfturbine 1 auf. In dem in FIG 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Zuströmöffnung 13 in einer 12:00 Uhr Position im Außengehäuse 2 angeordnet.

[0022] Die FIG 1 zeigt eine Sperrdampfleitung 14, in der Sperrdampf in einem Dichtraum zwischen Sperrdampfdichtung 12 und Rotor 4 ausgebildet ist.

[0023] Die Sperrdampfleitung 14 ist gestrichelt dargestellt. Auf eine Darstellung der Sperrdampfleitung für die weiteren in der FIG 1 gezeigten Sperrdampföffnungen 10 wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

[0024] Die Sperrdampfleitung 14 umfasst eine Abzweigung 16, die strömungstechnisch mit der Zuströmöffnung 13 verbunden ist. Zur Regulierung des Sperrdampfstroms in der Abzweigung 16 ist ein Ventil 17 angeordnet.

[0025] Durch die infolge der über die Zuströmöffnung 13 erzwungene Verwirbelung des im Zwischenraum 6 befindlichen Dampfes bewirkte Vergleichmäßigung der Temperaturverteilung im Außengehäuse 2 wird somit der Naturkonvektion derart entgegengewirkt, dass Gehäuseverkrümmungen nach dem Abschalten beim Abkühlen der Turbine zuverlässig verhindert sind.

Patentansprüche

1. Dampfturbine (1) umfassend ein Außengehäuse (2), ein innerhalb des Außengehäuse (2) angeordnetes Innengehäuse (3) und einen innerhalb des Innengehäuse (3) drehbar gelagerten Rotor (4), wobei zwischen dem Innengehäuse (3) und dem Au-

ßengehäuse (2) ein Zwischenraum (6) ausgebildet ist,

wobei zwischen dem Außengehäuse (2) und dem Rotor (4) eine Sperrdampfdichtung (12) ausgebildet ist,

wobei die Sperrdampfdichtung (12) eine Sperrdampföffnung (10) aufweist, die strömungstechnisch mit einer Sperrdampfleitung (14) verbunden ist,

wobei die Sperrdampföffnung (10) und die Sperrdampfleitung (14) derart ausgebildet sind, dass ein Sperrdampf in einen Spalt zwischen dem Außengehäuse (2) und dem Rotor (4) strömen kann,

wobei das Außengehäuse (2) eine Zuströmöffnung (13) zum Zuströmen von Sperrdampf in den Zwischenraum (6) aufweist, wobei die Zuströmöffnung (13) strömungstechnisch mit der Sperrdampfleitung (14) verbunden ist,

wobei die Sperrdampfleitung (14) eine Abzweigung (16) aufweist, die mit der Zuströmöffnung (13) strömungstechnisch verbunden ist.

2. Dampfturbine nach Anspruch 1, wobei die Abzweigung (16) ein Ventil (17) umfasst.
3. Verfahren zur Vermeidung einer Gehäuseverkrümmung einer Dampfturbine gemäß den Ansprüchen 1 oder 2 beim Abschalten der Dampfturbine, bei dem in dem zwischen dem Innengehäuse (3) und dem das Innengehäuse (3) umgebende Außengehäuse (2) gebildeten Zwischenraum (6) eine erzwungene Verwirbelung des im Zwischenraum (6) befindlichen Mediums durch ein Zuströmen von Sperrdampf über die Öffnung (13) im Außengehäuse (2) in den Zwischenraum (6) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Sperrdampf aus der Sperrdampfleitung (14), die Sperrdampf zur Sperrdampfdichtung (12) führt, abgezweigt wird.

Claims

1. Steam turbine (1) comprising an outer housing (2), an inner housing (3) arranged inside the outer housing (2) and a rotor (4) rotatably mounted inside the inner housing (3), wherein an interspace (6) is formed between the inner housing (3) and the outer housing (2), wherein a sealing steam seal (12) is formed between the outer housing (2) and the rotor (4), wherein the sealing steam seal (12) has a sealing steam opening (10) which is fluidically connected to a sealing steam line (14), wherein the sealing steam opening (10) and the sealing steam line (14) are formed such that sealing steam can flow into a gap between the outer housing

- (2) and the rotor (4),
wherein the outer housing (2) has an inflow opening (13) for introducing sealing steam into the interspace (6),
wherein the inflow opening (13) is fluidically connected to the sealing steam line (14),
wherein the sealing steam line (14) has a branch line (16) which is fluidically connected to the inflow opening (13).
2. Steam turbine according to Claim 1,
wherein the branch line (16) comprises a valve (17).
3. Method for avoiding distortion of the housing of a steam turbine according to Claims 1 or 2 when the steam turbine is shut down,
in which, in the interspace (6) formed between the inner housing (3) and the outer housing (2) surrounding the inner housing (3), the introduction of sealing steam into the interspace (6), via the opening (13) in the outer housing (2), induces turbulence in the medium in the interspace (6).
4. Method according to Claim 3,
wherein the sealing steam is diverted from the sealing steam line (14) which supplies sealing steam to the sealing steam seal (12).
- a une dérivation, qui communique en technique d'écoulement avec l'ouverture (13) d'arrivée.
2. Turbine à vapeur suivant la revendication 1,
dans laquelle la dérivation (16) comprend un robinet (17).
3. Procédé pour empêcher une déformation d'enveloppe d'une turbine à vapeur suivant les revendications 1 ou 2, lors de l'arrêt de la turbine à vapeur, dans lequel on produit, dans l'espace (6) intermédiaire formé entre l'enveloppe (3) intérieure et l'enveloppe (2) extérieure entourant l'enveloppe (3) intérieure, un tourbillonnement forcé du fluide se trouvant dans l'espace (6) intermédiaire de vapeur d'arrêt par l'arrivée de vapeur d'arrêt par l'ouverture (13) de l'enveloppe (2) extérieure.
4. Procédé suivant la revendication 3,
dans lequel on dérive la vapeur d'arrêt du conduit (14) pour de la vapeur d'arrêt, qui conduit la vapeur d'arrêt à l'étanchéité (12) à vapeur d'arrêt.

Revendications

1. Turbine (1) à vapeur
comprenant une enveloppe (2) extérieure, une enveloppe (3) intérieure disposée à l'intérieur de l'enveloppe (2) extérieure et un rotor (4) monté tournant dans l'enveloppe (3) intérieure,
dans laquelle un espace (6) intermédiaire est constitué entre l'enveloppe (3) intérieure et l'enveloppe (2) extérieure,
dans laquelle une étanchéité (12) à vapeur d'arrêt est constituée entre l'enveloppe (2) extérieure et le rotor (4),
dans laquelle l'étanchéité (12) à vapeur d'arrêt a une ouverture (10) pour de la vapeur d'arrêt, qui communique en technique d'écoulement avec un conduit (14) pour de la vapeur d'arrêt,
dans laquelle l'ouverture (10) pour de la vapeur d'arrêt et le conduit (14) pour de la vapeur d'arrêt sont constitués de manière à ce que de la vapeur d'arrêt puisse s'écouler dans un intervalle entre l'enveloppe (2) extérieure et le rotor (4),
dans laquelle l'enveloppe (2) extérieure a une ouverture (13) d'arrivée pour faire arriver de la vapeur d'arrêt dans l'espace (6) intermédiaire,
dans laquelle l'ouverture (13) d'arrivée communique en technique d'écoulement avec le conduit (14) pour de la vapeur d'arrêt,
dans laquelle le conduit (14) pour de la vapeur d'arrêt

FIG 1

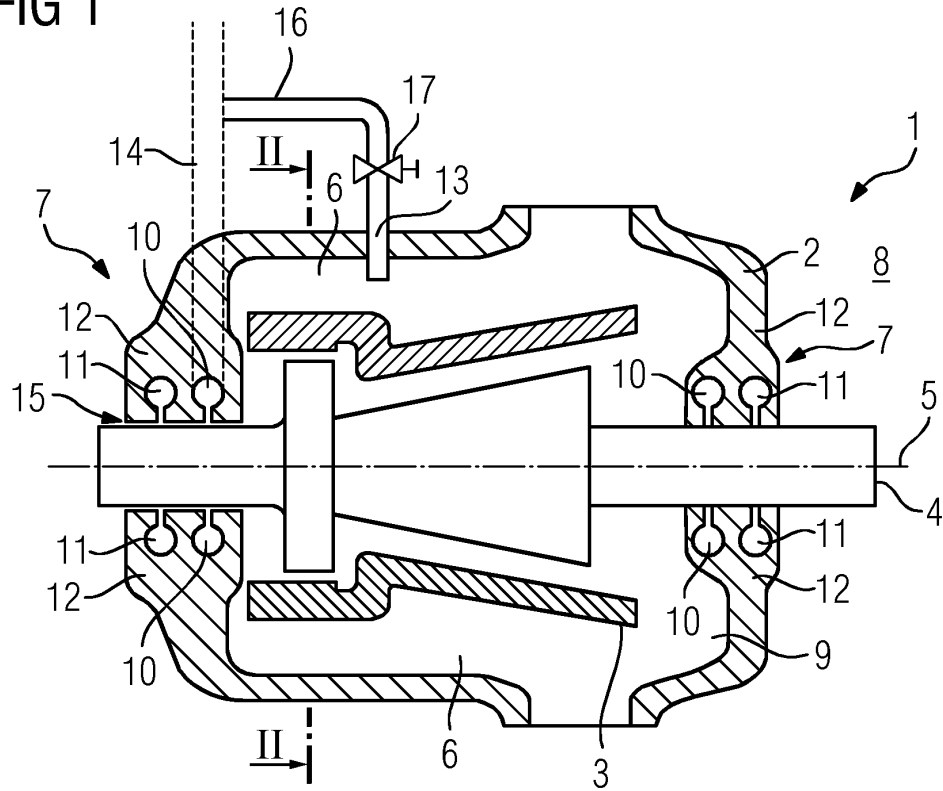
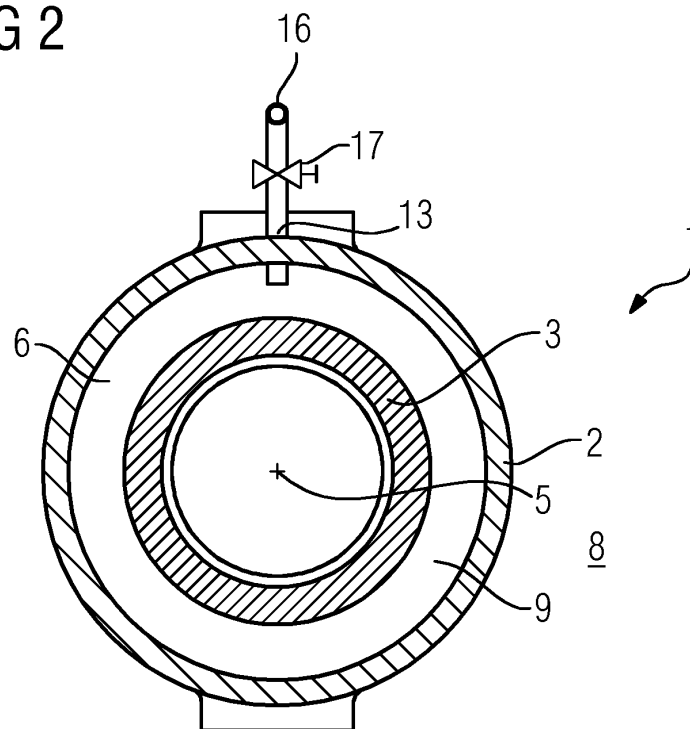


FIG 2



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

- EP 1630360 A1 [0005]