

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 906 494 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **F01D 5/06**, F01D 5/08,
F01D 3/02

(21) Anmeldenummer: **97923804.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE97/00953

(22) Anmeldetag: **12.05.1997**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 97/049901 (31.12.1997 Gazette 1997/57)

(54) **TURBINENWELLE SOWIE VERFAHREN ZUR KÜHLUNG EINER TURBINENWELLE**

TURBINE SHAFT AND PROCESS FOR COOLING IT

ARBRE DE TURBINE ET PROCEDE DE REFROIDISSEMENT D'UN ARBRE DE TURBINE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

• **POLLAK, Helmut**
D-45473 Mülheim an der Ruhr (DE)

(30) Priorität: **21.06.1996 DE 19624805**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.1999 Patentblatt 1999/14

EP-A- 0 318 026 EP-A- 0 468 782
CH-A- 259 566 DE-A- 1 551 210
US-A- 2 657 901 US-A- 5 507 620

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no.**
002, 31.März 1995 & JP 06 330702 A
(ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD),
29.November 1994,

(72) Erfinder:
• **FELDMÜLLER, Andreas**
D-44789 Bochum (DE)

EP 0 906 494 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 Turbinenwelle, welche sich entlang einer Hauptachse erstreckt und eine Außenoberfläche aufweist, sowie ein Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle.

[0002] Zur Steigerung des Wirkungsgrades einer Dampfturbine trägt die Verwendung von Dampf mit höheren Drücken und Temperaturen bei, insbesondere sogenannte überkritische Dampfzustände, mit einer Temperatur von beispielsweise über 550 °C. Die Verwendung von Dampf mit einem solchen Dampfzustand stellt erhöhte Anforderungen an eine entsprechend beaufschlagte Turbinenwelle einer Dampfturbine.

[0003] In der DE 32 09 506 A1, hierzu korrespondiert die EP 0 088 944 B1, ist eine Wellenabschirmung mit Drallkühlung für einen Bereich einer Turbinenwelle beschrieben, der der Frischdampf unmittelbar nach Einströmen in die Turbine ausgesetzt ist. Bei der drallkühlung strömt Dampf durch vier tangentielle Bohrungen der Wellenabschirmung in Drehrichtung der Turbinenwelle in den Bereich zwischen der Wellenabschirmung und der Turbinenwelle ein. Dabei expandiert der Dampf, die Temperatur sinkt, wodurch die Turbinenwelle gekühlt wird. Die Wellenabschirmung ist dampfdicht mit einer Leitschaufelreihe verbunden. Durch die Drallkühlung läßt sich eine Temperaturabsenkung der Turbinenwelle in der Umgebung der Läuferabschirmung von etwa 15 K erreichen. In der Wellenabschirmung sind für die Drallkühlung Düsen eingebracht, welche in Drehrichtung der Turbinenwelle gesehen tangential in den zwischen der Turbinenwelle und der Wellenabschirmung gebildeten Ringkanal einmünden.

[0004] In der schweizer Patentschrift 259 566 ist ein Läufer für Kreiselmaschinen, ein Läufer für Gasturbinen, beschrieben, welcher quer zur Drehachse unterteilt aus mehreren Stücken zusammengesetzt und durch mindestens einen zentralen, mindestens eine Teilzahl der Läuferstücke durchdringenden Zuganker zusammengehalten ist. Der Läufer ist zumindestens an seinen heißesten Stellen durch einen Luft- oder Gasstrom gekühlt.

[0005] In der DE-OS 15 51 210 ist ein Läufer für eine Dampfturbine großer Leistung in Scheibenbauart beschrieben. Die Scheiben sind durch einen zentralen Zuganker miteinander verbunden. Sie weisen an den aneinandergespannten Kränzen eine unsymmetrisch ausgebildete Sägeverzahnung auf.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbinenwelle anzugeben, welche in einem thermisch hoch belastbaren Bereich kühlbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Kühlung einer in einer Turbine angeordneten Turbinenwelle anzugeben.

[0007] Die auf eine Turbinenwelle, welche sich entlang einer Hauptachse erstreckt und eine Außenoberfläche aufweist, gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Turbinenwelle eine Mehrzahl entlang der Hauptachse axial hintereinander angeordneter zylindrischer

Wellensegmente aufweist, die entlang einer gemeinsamen Verbindungsachse jeweils eine Verbindungsöffnung aufweisen, durch welche ein Verspannungselement geführt ist. Zwischen dem Verspannungselement und zumindest einem Wellensegment ist ein axialer Spalt gebildet, der mit zwei axial voneinander beabstandeten radialen Kanälen, insbesondere Spalten, strömungstechnisch verbunden ist, die jeweils an der Außenoberfläche münden.

[0008] Bei einer solchen Turbinenwelle ist mithin eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Außenoberfläche der Turbinenwelle und einem in ihrem Inneren liegenden axialen Spalt gebildet. Dadurch kann Kühlfluid in das Innere der Turbinenwelle eingeführt und durch den axialen Spalt in axialer Richtung durch die Turbinenwelle hindurchgeführt werden, so daß eine Kühlung der Turbinenwelle im Bereich des axialen Spaltes gewährleistet ist. Bei einer Dampfturbine ist hierbei das Kühlfluid vorzugsweise ein Aktionsfluid (Prozeßdampf), welches durch eine Anströmung von mit der Turbinenwelle verbundenen Laufschaufeln die Turbinenwelle in eine Rotation versetzt. Die radialen Kanäle münden vorzugsweise an unterschiedlichen Druckniveaus an der Außenoberfläche der Turbinenwelle, so daß sich bereits durch das Druckgefälle automatisch eine Strömung durch die Turbinenwelle hindurch ausbildet. Durch die geometrische Anordnung der Mündung der radialen Kanäle an die Außenoberfläche kann der Volumenstrom des Kühlfluides, welches aus dem Aktionsfluid abgezweigt wird, an die geforderte Kühlleistung angepaßt werden. Das zur Kühlung entzogene Aktionsfluid (Prozeßdampf) verrichtet hierbei lediglich über das zwischen den radialen Kanälen vorhandene Differenzdruckniveau keine mechanische Arbeit zum Antrieb der Turbinenwelle. Nach Ausströmen durch den radialen Kanal mit niedrigerem Druckniveau zurück in den Strom des Aktionsfluides verrichtet auch das als Kühlfluid verwendete Aktionsfluid erneut mechanische Arbeit und trägt somit zu dem Wirkungsgrad der Dampfturbine bei.

[0009] Die zylindrischen Wellensegmente, im folgenden auch als Läuferscheiben bezeichnet, weisen vorzugsweise jeweils eine zentrale Verbindungsöffnung auf, durch die ein einziges Verbindungselement, ein Zuganker, geführt ist. Die Verbindungsöffnung hat hierbei einen größeren Querschnitt als der Zuganker, so daß vorzugsweise ein ringförmiger axialer Spalt zwischen Wellensegment und Zuganker zur Durchströmung mit Kühlfluid gebildet ist.

[0010] Es ist ebenfalls prinzipiell möglich, mehrere, insbesondere drei oder mehr Verbindungselemente (Zuganker) vorzusehen. Die jeweilige Verbindungsachse der Verbindungselemente liegt parallel zur Hauptachse der Turbinenwelle. Vorzugsweise sind die jeweiligen Verbindungsachsen auf einem Kreis angeordnet, dessen Mittelpunkt mit der Hauptachse zusammenfällt.

[0011] Vorzugsweise wird zumindest ein radialer Kanal, insbesondere werden beide radiale Kanäle, zw-

schen zwei unmittelbar aneinander grenzenden Wellensegmenten gebildet. Dies ist beispielsweise dadurch realisiert, daß in den aneinander angrenzenden Wellensegmenten entsprechende Vertiefungen oder Ausnehmungen, Nuten, vorgesehen sind. Ein radialer Kanal kann allerdings auch durch eine im wesentlichen radiale Bohrung durch das Wellensegment von der Außenoberfläche zur Verbindungsöffnung hindurch realisiert sein. Radial bedeutet hierin vorzugsweise senkrecht zur Hauptachse, schließt allerdings auch jedwede Verbindung zwischen der Außenoberfläche und der Verbindungsöffnung ein, die zumindest teilweise in Richtung der Hauptachse gerichtet ist.

[0012] Die Turbinenwelle ist vorzugsweise für eine zweiflutige Turbine vorgesehen und weist dementsprechend einen axialen Mittelbereich auf, an den das Aktionsfluid unmittelbar nach Einstromung in die Turbine gelangt und dort in zwei im wesentlichen gleiche Teilströme aufgeteilt wird. Der axiale Mittelbereich ist vorzugsweise axial zwischen den radialen Kanälen angeordnet. Der Mittelbereich, welcher dem Aktionsfluid bei einer höchsten Temperatur ausgesetzt ist, weist vorzugsweise einen Hohlraum auf, welcher von Kühlfluid durchströmbar ist. Der Hohlraum ist vorzugsweise rotationssymmetrisch zur Hauptachse ausgebildet. Er ist durch ein Abschirmelement abgeschlossen, welches zur Stromteilung eine rotationssymmetrische Erhebung aufweist. Der Hohlraum kann strömungstechnisch mit dem axialen Spalt verbunden sein. Es ist ebenfalls möglich, Kühlfluid über das Gehäuse einer Turbine und einer das Abschirmelement an das Gehäuse befestigende Halterung zuzuführen.

[0013] Die Turbinenwelle ist vorzugsweise in einer Dampfturbine, insbesondere einer zweiflutigen Mitteldruck-Teilturbine, angeordnet. Durch den über den Mittelbereich hinweg gebildeten Strömungsweg umfassend die beiden axial voneinander beabstandeten radialen Kanäle und den damit strömungstechnisch verbundenen axialen Kanal ist eine Kühlung des Mittelbereichs der Turbinenwelle gewährleistet. Insbesondere gelangt als Kühlfluid fungierendes Aktionsfluid aus dem Teilstrom der einen Flut bei einem niedrigeren Druckniveau in den Teilstrom der zweiten Flut hinein. Hierdurch wird das als Kühlfluid verwendete Aktionsfluid wieder dem gesamten Dampfprozeß zugeführt und trägt mithin zum Wirkungsgrad des Gesamtprozesses bei.

[0014] Die auf ein Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einer Turbinenwelle mit einer Mehrzahl entlang einer Hauptachse axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente, die mit einem Spannungselement miteinander verspannt sind, Kühlfluid durch einen ersten radialen Kanal in einen axialen Spalt zwischen dem Spannungselement und dem Wellensegment eingeführt und durch einen zweiten radialen Kanal aus der Turbinenwelle herausgeführt wird. Hierdurch ist, wie bereits oben ausgeführt, eine Turbinenwelle in ei-

nem thermisch während des Betriebs der Turbinenwelle hoch belasteten Bereich von innen her kühlbar. Eine solche Turbinenwelle ist somit auch in einer Dampfturbinenanlage mit Dampfeintrittstemperaturen oberhalb 600 °C geeignet. Zur Durchführung einer entsprechenden Kühlleistung wird dem axialen Spalt ein Volumenstrom an Kühlfluid zugeführt, der zwischen 1% bis 4%, insbesondere zwischen 1,5% und 3%, des gesamten Frischdampfvolumentstroms liegt.

[0015] Die Turbinenwelle sowie das Verfahren werden beispielhaft anhand der in der Zeichnung dargestellten Figur erläutert.

[0016] Die einzige Figur zeigt in einem Längsschnitt einen Ausschnitt einer Turbine mit einer Turbinenwelle.

[0017] In der einzigen Figur ist ein Ausschnitt eines Längsschnittes durch eine zweiflutige Mitteldruck-Teilturbine 10 einer Dampfturbinenanlage dargestellt. In einem Gehäuse 18 ist eine Turbinenwelle 1 angeordnet. Die Turbinenwelle 1 erstreckt sich entlang einer Hauptachse 2 und weist eine Mehrzahl axial hintereinander angeordneter Wellensegmente 4a, 4b, 4c, 4d, 4e auf. Jedes Wellensegment 4a, 4b weist um die Hauptachse 2 herum eine jeweilige Verbindungsöffnung 6 auf. Die Verbindungsöffnungen 6 haben jeweils denselben Querschnitt und sind zentrisch zueinander und zur Hauptachse 2 angeordnet. Durch die Verbindungsöffnungen 6 ist entlang einer Verbindungsachse 5 ein Spannungselement 7, ein Zuganker, geführt. Die Verbindungsachse 5 fällt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit der Hauptachse 2 zusammen. Es ist prinzipiell möglich, auch mehrere, insbesondere mehr als drei, Spannungselemente 7 vorzusehen, die durch jeweils entsprechende Verbindungsöffnungen 6 geführt sind. Der Zuganker 7 greift an den äußersten, nicht dargestellten, Wellensegmenten so an, daß eine axiale Verspannung der Wellenelemente 4a, 4b, 4c, 4d aneinander erfolgt. Vorzugsweise weist der Zuganker 7 hierzu ein nicht dargestelltes Gewinde auf, in dem eine ebenfalls nicht dargestellte Spannmutter eingreift. Zur Vermeidung einer Bewegung benachbarter Wellensegmente 4a, 4b in Umfangsrichtung gegeneinander können diese verdrehsicher über eine Stirnzahnkupplung, insbesondere eine Plankerbverzahnung (Hirthverzahnung) miteinander verbunden sein. Die Verbindungsöffnungen 6 haben jeweils einen Querschnitt, der größer als der Querschnitt des Zugankers 7 ist, so daß zwischen einem jeweiligen Wellensegment 4a und dem Zuganker 7 ein axialer Spalt 8, insbesondere ein Ringspalt, verbleibt. Durch die Wellensegmente 4a, 4b, etc. ist eine Außenoberfläche 3 der Turbinenwelle 1 gebildet. In der Umgebung der Außenoberfläche 3 sind aneinandergrenzende Wellensegmente 4a, 4d; 4a, 4b durch eine jeweilige Dichtschweißung 16 für ein Fluid undurchlässig miteinander verbunden. Vorzugsweise zwei Paare von aneinandergrenzenden Wellensegmenten 4d, 4e; 4b, 4c sind so aneinander angeordnet, daß zwischen ihnen ein jeweiliger radialer Kanal 9a, 9b verbleibt.

[0018] Das die Turbinenwelle 1 umgebende Gehäuse 18 weist einen Einströmbereich 19 für Frischdampf 12 auf. Dem Einströmbereich 19 zugeordnet weist die Turbinenwelle 1 einen Mittelbereich 11 auf, in dem ein Hohlraum 13 ausgebildet ist. Dieser Hohlraum 13 sowie der Mittelbereich 11 der Turbinenwelle 1 sind gegenüber einem heißen, durch den Einströmbereich 19 durchströmenden Aktionsfluid 12 (Frischdampf) durch ein Abschirmelement 17 vor einem unmittelbaren Kontakt mit dem Aktionsfluid 12 abgeschirmt. Das Abschirmelement 17 ist rotationssymmetrisch zur Hauptachse 2 ausgebildet und weist eine von der Hauptachse 2 weg gerichtete Erhebung auf. Das Abschirmelement 17 dient einer Aufteilung des Aktionsfluides 12, des Frischdampfes, in zwei annähernd gleiche Teilströme. Das Abschirmelement 17 ist über die erste Leitschaufelreihe 14 jedes Teilstroms mit dem Gehäuse 18 verbunden. Durch nicht dargestellte Kühlfluidzuführungen gelangt Kühlfluid durch das Gehäuse 18, die erste Leitschaufelreihe 14 und das Abschirmelement 17 hindurch in den Hohlraum 13 hinein und bewirkt dort eine Kühlung der Turbinenwelle 1 in dem Mittelbereich 11. Das Kühlfluid kann in dem Hohlraum 13 aufgrund des Wärmeaustauschs mit dem Aktionsfluid 12 erhitzt werden und über nicht dargestellte Fluidableitungen dem Dampfprozeß wieder zugeführt werden.

[0019] In Strömungsrichtung des Aktionsfluides 12 sind, wie bei einer Dampfturbine üblich, abwechselnd axial hintereinander mit der Turbinenwelle 1 verbundene Laufschaufelreihen 15 und mit dem Gehäuse 18 verbundene Leitschaufelreihen 14 angeordnet. Eine Kühlung der Turbinenwelle 1 auch von innen heraus, insbesondere in dem Mittelbereich 11, wird erzielt, indem durch den ersten radialen Kanal 9a bereits etwas entspanntes Aktionsfluid 12 in den axialen Spalt 8 zwischen Zuganker 7 und Wellensegmenten 4d, 4a, 4b einströmt. Dieser Teilstrom des Aktionsfluides 12 wirkt als Kühlfluid 12b, welches zuerst entgegen der Strömungsrichtung des in der Darstellung links strömenden Teilstroms geführt wird. Durch den zweiten radialen Spalt 9b gelangt das Kühlfluid 12b an einer Stelle niedrigeren Drucks in den nach rechts gerichteten Teilstrom hinein und leistet somit wieder Arbeit an den noch zu durchströmenden Laufschaukeln 15. Bei der dargestellten Turbine 10 kann das Kühlfluid 12b durch den ersten radialen Kanal 9a bei einem Druck von etwa 11 bar und einer Temperatur von etwa 400 °C aus dem nach links gerichteten Teilstrom abgeführt und bei einem Druckniveau kleiner 11 bar dem nach rechts gerichteten Teilstrom wieder zugeführt werden. Es ist ebenfalls möglich, zum Zwecke der Kühlung den axialen Spalt 8 strömungstechnisch mit dem Hohlraum 13 zu verbinden. Dem axialen Spalt 8 wird vorzugsweise ein Volumenstromanteil von 1% bis 4%, insbesondere 1,5% bis 3%, des gesamten Frischdampfvolumentstroms, welcher die Turbinenwelle antreibt, zugeführt.

[0020] Die Erfindung zeichnet sich durch eine Turbinenwelle aus, welche eine Mehrzahl axial hintereinan-

der angeordneter und miteinander verspannter Wellensegmente aufweist, in deren Innerem ein axial gerichteter Spalt vorgesehen ist. Dieser Spalt ist über zwei radiale Kanäle an zwei unterschiedlichen Druckniveaus mit dem Strom des die Turbinenwelle antreibenden Aktionsfluides strömungstechnisch verbunden. Die radialen Kanäle liegen vorzugsweise dort, wo jeweils zwei Wellensegmente aneinandergrenzen. Bereits aufgrund der unterschiedlichen Druckniveaus, an denen die jeweiligen radialen Spalte an der Außenoberfläche der Turbinenwelle münden, wird eine druckdifferenz-betriebene Kühlfluidströmung von dem Aktionsfluid (Frischdampf) abgezweigt. Ein aus dem Frischdampfstrom abgezweigter Kühldampfstrom gelangt über den ersten radialen Kanal in den axial gerichteten Spalt und von dort über den zweiten radialen Kanal wieder in den Frischdampfstrom zurück. Hierdurch wird der dem axialen Spalt benachbarte Bereich der Turbinenwelle von innen heraus gekühlt und das für die Kühlung verwendete Kühlfluid wieder dem gesamten Dampfprozeß zugeführt.

Patentansprüche

1. Turbinenwelle (1) in einer zweiflutigen Dampfturbine (10), insbesondere einer zweiflutigen Mitteldruck-Teilturbine, mit einem axialen Mittelbereich (11) für die Einstromung und Stromteilung eines Aktionsfluides (12), wobei die Turbinenwelle sich entlang einer Hauptachse (2) erstreckt und eine Außenoberfläche (3) aufweist, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl entlang der Hauptachse (2) axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente (4a, 4b, 4c, 4d, 4e), die entlang einer gemeinsamen Verbindungsachse (5) jeweils eine Verbindungsöffnung (6) aufweisen, **durch** welche ein Verspannungselement (7) geführt ist, wobei zwischen Verspannungselement (6) und zumindest einem Wellensegment (4a, 4b, 4c) ein axialer Spalt (8) gebildet ist sowie zwei axial voneinander beabstandete radiale Kanäle (9a, 9b) vorgesehen sind, die mit dem axialen Spalt (8) strömungstechnisch verbunden sind und jeweils an der Außenoberfläche (3) münden, wobei der Mittelbereich (11) axial zwischen den radialen Kanälen (9a, 9b) angeordnet ist.
2. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 1, bei der das Verbindungselement (7) ein zentraler Zuganker ist, für den Hauptachse (2) und Verbindungsachse (5) zusammenfallen.
3. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 1, bei der mindestens drei Verbindungselemente (7) vorgesehen sind, deren jeweilige Verbindungsachse (5) parallel zur Hauptachse (3) gerichtet ist.

4. Turbinenwelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest ein radialer Kanal (9a, 9b) zwischen zwei aneinandergrenzenden Wellensegmenten (4b, 4c; 4d, 4e) vorgesehen ist.
5. Turbinenwelle (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in dem Mittelbereich (11) ein Hohlraum (13), welcher von Kühlfluid (12b) durchströmbar ist, vorgesehen ist.
6. Turbinenwelle (1) nach Anspruch 5, bei der der Hohlraum (7) mit dem axialen Spalt (8) strömungstechnisch verbunden ist.
7. Verfahren zur Kühlung einer Turbinenwelle (1) einer Dampfturbine (15) mit einer Mehrzahl entlang einer Hauptachse (2) axial hintereinander angeordneter zylindrischer Wellensegmente (4a, 4b, 4c, 4d, 4e), die mit einem Verspannungselement (7) miteinander verspannt sind, wobei Kühldampf (12a) durch einen ersten radialen Kanal (9a) in einen axialen Spalt (8) zwischen Verspannungselement (7) und Wellensegment (4a) eingeführt und durch einen zweiten radialen Kanal (9b) aus der Turbinenwelle (1) herausgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem dem axialen Spalt (8) ein Volumenstrom an Dampf von 1,0% - 4,0%, insbesondere 1,5% - 3%, des gesamten Frischdampfstroms zugeführt wird.

Claims

1. Turbine shaft (1) in a double-flow steam turbine (10), in particular a double-flow medium-pressure part-turbine, with an axial middle region (11) for the inflow and flow division of an action fluid (12), the turbine shaft extending along a main axis (2) and having an outer surface (3), **characterized by** a plurality of cylindrical shaft segments (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) which are arranged axially one behind the other along the main axis (2) and which each have along a common connecting axis (5) a connecting orifice (6), through which a bracing element (7) is led, an axial gap (8) being formed between the bracing element (7) and at least one shaft segment (4a, 4b, 4c), and two radial ducts (9a, 9b) being provided, which are spaced axially from one another and which are fluidically connected to the axial gap (8) and each issue on the outer surface (3), the middle region (11) being arranged axially between the radial ducts (9a, 9b).
2. Turbine shaft (1) according to Claim 1, in which the connecting element (7) is a central tie rod for which the main axis (2) and the connecting axis (5) coin-

cide.

3. Turbine shaft (1) according to Claim 1, in which at least three connecting elements (7) are provided, the respective connecting axis (5) of which is directed parallel to the main axis (3).
4. Turbine shaft (1) according to one of the preceding claims, in which at least one radial duct (9a, 9b) is provided between two shaft segments (4b, 4c; 4d, 4e) contiguous to one another.
5. Turbine shaft (1) according to one of the preceding claims, in which a cavity (13), through which cooling fluid (12b) is capable of flowing, is provided in the middle region (11).
6. Turbine shaft (1) according to Claim 5, in which the cavity (13) is fluidically connected to the axial gap (8).
7. Method for cooling a turbine shaft (1) of a steam turbine (15), having a plurality of cylindrical shaft segments (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) which are arranged axially one behind the other along a main axis (2) and which are braced relative to one another by means of a bracing element (7), cooling steam (12a) being introduced through a first radial duct (9a) into an axial gap (8) between the bracing element (7) and the shaft segment (4a) and being led out of the turbine shaft (1) through a second radial duct (9b).
8. Method according to Claim 9, in which a volume flow of steam of 1.0% - 4.0%, in particular 1.5% - 3%, of the total fresh-steam volume flow is supplied to the axial gap (8).

Revendications

1. Arbre (1) de turbine dans une turbine (10) à vapeur à double flux, notamment dans une partie de turbine moyenne pression à double flux, comprenant une partie (11) médiane axiale pour l'entrée et la division du courant d'un fluide (12) d'action, l'arbre de la turbine s'étendant le long d'un axe (2) principal et ayant une surface (3) extérieure, **caractérisé par** une pluralité de tronçons (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) cylindriques d'arbre disposés axialement les uns derrière les autres le long de l'axe (2) principal et ayant le long d'un axe (5) commun de liaison respectivement une ouverture (6) de communication dans laquelle est guidé un élément (7) de serrage, il est formé un intervalle (8) axial entre l'élément (6) de serrage et au moins un tronçon (4a, 4b, 4c) d'arbre et il est prévu deux canaux (9a, 9b) radiaux à distance axialement l'un de l'autre qui communiquent

du point de vue de la technique des fluides avec l'intervalle (8) axial et débouchent respectivement à la surface (3) extérieure, la partie (11) moyenne étant disposée axialement entre les canaux (9a, 9b) radiaux.

5

2. Arbre (1) de turbine suivant la revendication 1, dans lequel l'élément (7) de serrage est un tirant central pour lequel l'axe (2) principal et l'axe (5) de liaison coïncident. 10
3. Arbre (1) de turbine suivant la revendication 1, dans lequel il est prévu au moins trois éléments (7) de liaison, dont les axes (5) respectifs de communication sont dirigés parallèlement à l'axe (3) principal. 15
4. Arbre (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel il est prévu au moins un canal (9a, 9b) radial entre deux tronçons (4b, 4c, 4d, 4e) d'arbre adjacents. 20
5. Arbre (1) de turbine suivant l'une des revendications précédentes, dans lequel il est prévu dans la partie (11) médiane une cavité (13) dans laquelle peut passer du fluide (12b) de refroidissement. 25
6. Arbre (1) de turbine suivant la revendication 5, dans lequel la cavité communique du point de vue de la technique des fluides avec l'intervalle (8) axial. 30
7. Procédé de refroidissement d'un Arbre (1) de turbine d'une turbine (15) à vapeur ayant une pluralité de tronçons (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) cylindriques d'arbre disposés les uns derrière les autres axialement le long d'un axe (2) principal, qui sont serrés entre eux au moyen d'un élément (7) de serrage, de la vapeur (12a) de refroidissement étant introduite par un premier canal (9a) radial dans un intervalle (8) axial entre l'élément (7) de serrage et un tronçon (4a) d'arbre et sortant de l'arbre (1) de la turbine par un deuxième canal (9b) radial. 35 40
8. Procédé suivant la revendication 9, dans lequel il est apporté à l'intervalle (8) axial un courant en volume de vapeur représentant de 1,0. % à 4,0 %, notamment de 1,5 % à 3 % du courant total en volume de vapeur fraîche. 45

50

55

