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

(11) EP 0 928 365 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(21) Anmeldenummer: **97943771.2**

(22) Anmeldetag: **12.09.1997**

(51) Int Cl.[7]: **F01K 13/02**, F01D 25/12

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE97/02058

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/13588 (02.04.1998 Gazette 1998/13)

(54) **DAMPFTURBINE, DAMPFTURBINENANLAGE SOWIE VERFAHREN ZUR ABKÜHLUNG EINER DAMPFTURBINE**

STEAM TURBINE, STEAM TURBINE PLANT AND METHOD OF COOLING A STEAM TURBINE

TURBINE A VAPEUR, INSTALLATION DE TURBINE A VAPEUR ET PROCEDE DE REFROIDISSEMENT DE TURBINE A VAPEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI

(30) Priorität: **26.09.1996 DE 19639714**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.07.1999 Patentblatt 1999/28

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

(72) Erfinder:
- **GOBRECHT, Edwin**
  D-40885 Ratingen (DE)
- **WECHSUNG, Michael**
  D-45476 Mülheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 19 547 803 **FR-A- 2 215 530**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 073 (M-287), 5.April 1984 & JP 58 220907 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 22.Dezember 1983,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 276 (M-0984), 14.Juni 1990 & JP 02 081905 A (HITACHI LTD;OTHERS: 01), 22.März 1990,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 012, 26.Dezember 1996 & JP 08 218811 A (HITACHI LTD), 27.August 1996,**

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).

EP 0 928 365 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine mit einem Dampfeinlaßbereich, einem Abdampfbereich und einem von einem Turbinengehäuse umgebenen axial dazwischen angeordneten Beschaufelungsbereich. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Abkühlen einer Dampfturbine mit einem Turbinengehäuse.

[0002] In der DE-PS 324 204 ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Kühlung einer leerlaufenden Dampf- oder Gasturbine beschrieben. Zur Durchführung dieser Kühlung ist ein mit der Dampfströmleitung über ein Ventil verbundener Ejektor angegeben. Durch diesen Ejektor wird Dampf entgegen der normalen Strömungsrichtung durch die Einstromleitung abgesaugt. Bei dem abgesaugten Dampf kann es sich um Anzapf- oder Abdampf einer weiteren Turbine sowie um nassen oder gesättigten Frischdampf handeln.

[0003] Die US-PS 3,173,654 betrifft eine Dampfturbine mit einer Hochdruck-Teilturbine und einer zweiflutigen Niederdruck-Teilturbine, welche im Stand-by-Betrieb gefahren wird. Zur Vermeidung einer Überhitzung der Turbinenschaufeln ist ein Kühlsystem vorgesehen, über welches durch eine Vielzahl von Leitungen sowohl in der Niederdruck-Teilturbine als auch in der Hochdruck-Teilturbine Wasser unter hohem Druck aus dem Kondensator in die Teilturbine eingedust wird. Dieses Wasser verdampft vollständig und wird, da die Vakuumpumpen in Betrieb sind, wieder in den Kondensator zurückgefuhrt. Die Menge des eingedüsten Wassers wird in Abhangigkeit der Temperatur in den Teilturbinen für jede Eindüsleitung jeweils separat über ein entsprechendes Ventil geregelt.

[0004] In den Patent Abstracts of Japan, Vol. 008, No. 073 (N-287) zur JP 58-220907 ist eine Dampfturbinenanlage mit einer Niederdruckteilturbine, einer Hochdruckteilturbine sowie einer Mitteldruckteilturbine angegeben. An die Niederdruckteilturbine ist ein Kondensator angeschlossen. Zur Verhinderung thermischer Spannungen und thermischer Dehnungen während eines Abkühlens sind die Abdampfleitungen der Hochdruck- und der Niederdruckteilturbine mit einer Vakuumpumpe verbunden. Über diese Pumpe wird Luft durch die Hochdruck- und die Micteldruckteilturbine entgegen der Stromungsrichtung des Aktionsdampfes, welcher bei normalem Betrieb der Turbine durch diese strömt, gezwungen. Diese Luft kommt hierbei im Falle der Hochdruckteilturbine unmittelbar aus dem Kondensator und im Falle der Mitteldruckteilturbine mittelbar uber die Niederdruckteilturbine ebenfalls aus dem Kondensator. In den Kondensator hinein gelangt die Luft über einen Vakuumbrecher. Der Einlaß für die Luft liegt somit am Ende des Stromungspfades des Aktionsdampfes weit stromab des Hochdruck- und der Mitteldruckteilturbine, namlich im Kondensator der Niederdruckteilturbine.

[0005] Die beiden oben genannten Schriften betreffen mithin jeweils die Kuhlung leerlaufender bzw. im Stand-by-Betrieb laufender Dampfturbinen. Die Kühlung erfolgt hierbei ausschließlich über Dampf, der entweder unmittelbar zugeführt wird, oder durch verdampfendes Wasser entsteht. Die beiden obigen Schriften betreffen mithin eine Dampfturbine in einem solchen Zustand, in dem extern erzeugte Wärme abgeführt wird, wobei diese Wärme durch Reibung in einer mit Betriebsdrehzahl von beispielsweise 3000 U/min laufenden Turbine entsteht. Würde die Wärme nicht abgeführt werden, so läge die Temperatur in der Dampfturbine weit über der Betriebstemperatur.

[0006] In einer Dampfturbine, insbesondere einer Hochdruckturbine oder einer Mitteldruckturbine mit vorgeschalteter Zwischenüberhitzung, treten während eines Leistungsbetriebes Temperaturen bis oberhalb 500°C auf. Während eines Leistungsbetriebes, beispielsweise unter Vollast, der einige Wochen oder Monate dauern kann, werden das Turbinengehäuse sowie der Turbinenläufer und andere Turbinenkomponenten, wie Frischdampfventil, Schnellschlußventil, Turbinenschaufel etc., auf eine hohe Temperatur aufgeheizt. Nach Abschalten der gesamten Dampfturbinenanlage kann der Turbinenläufer jeder Turbine mit verminderter Drehzahl mittels einer Dreheinrichtung über eine vorgegebene Zeitdauer hinweg weitergedreht und die Dampfatmosphäre über eine Evakuierungseinrichtung evakuiert werden. Um möglichst frühzeitig nach Abschalten der Dampfturbine Wartungs- oder Kontrollarbeiten sowie gegebenenfalls Nachrüstarbeiten durchführen zu können, kann es unter Umständen wünschenswert sein, die Dampfturbine unter Einhaltung vorgegebener Grenzen für auftretende Dehnungsunterschiede zwischen Turbinenläufer und beispielsweise Turbinengehäuse möglichst schnell abzukühlen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es eine Dampfturbine, sowie eine Dampfturbinenanlage anzugeben, die über eine Zwangskühlung zügig abkühlbar ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Abkühlung einer Dampfturbine anzugeben.

[0008] Erfindungsgemaß wird die auf eine Dampfturbine gerichtete Aufgabe dadurch gelost, daß das Turbinengehäuse mit einem Kuhlfluideinlaß zur Einstromung von Kühlfluid verbindbar ist, wobei der Kuhlfluideinlaß durch ein Verschlußorgan verschließbar und freigebbar ist sowie stromauf des Abdampfbereichs angeordnet ist, und eine Saugeinrichtung zur Absaugung von Kühlfluid aus dem Turbinengehause vorgesehen ist. Der Kühlfluideinlaß ist vorzugsweise während eines normalen Leistungsbetriebes der Dampfturbine, bei dem Aktionsdampf in einen Dampfeinlaßbereich in die Turbine eintritt, einen Beschaufelungsbereich die Turbinenwelle antreibend durchströme und aus einem Abdampfbereich aus der Dampfturbine herausstromt, verschlossen. Während des Leistungsbetriebes gelangt hierdurch kein Kühlfluid in die Dampfturbine hinein. Nach Abschalten der Dampfturbine, diese wird nun nicht mehr von Aktionsdampf durchströmt, wird der Kühlfluideinlaß durch das Verschlußorgan freigegeben, so daß Kuhlfluid, insbesondere Luft, aus der die Dampfturbine um-

gebenden Luftatmosphare, in die Dampfturbine einstromt. Das einströmende Kühlfluid wird über eine Saugeinrichtung, beispielsweise eine Evakuierungseinrichtung, welche einen Unterdruck erzeugt, aus dem Turbinengehause abgesaugt. Hierdurch ist eine schnelle Abkühlung der Dampfturbine (Gehause und Welle) auf unter 200 °C, insbesondere 150 °C bis 180 °C, in unter 40 Stunden, vorzugsweise in ca. 24 Stunden, ermöglicht. Der Kühlfluideinlaß ist vorzugsweise eine separate Öffnung, z.B. ein Lufteinlaßstutzen an der Turbine, mit einem Stromungsquerschnitt, der so bemessen ist, daß hinreichend Kühlfluid fur eine Schnellabkühlung in die Turbine gelangt. Es können auch mehrere Kühlfluideinlasse vorgesehen sein.

[0009] Das Verschlußorgan kann ein zu öffnender Blindflansch, ein Ventil oder ähnliches sein. Das Verschlußorgan kann beispielsweise über eine erste Steuereinheit automatisch, beispielsweise motorgetrieben, geoffnet werden. Es könnte auch ein manuell zu öffnendes Verschlußorgan verwendet werden.

[0010] Die Saugeinrichtung, beispielsweise ein Evakuierungsaggregat, welches der Unterdruckerzeugung in einem Kondensator dient, ist vorzugsweise mit einer Steuereinheit zum Steuern ihrer Saugleistung verbunden. Die Steuereinheit kann zudem einem automatischen Öffnen einer strömungstechnischen Verbindung der Saugeinrichtung mit dem Turbinengehäuse dienen. Vorzugsweise ist bei einer Hochdruck-Dampfturbine eine strömungstechnische Verbindung zwischen Turbinengehäuse und Saugeinrichtung während des normalen Leistungsbetriebes unterbunden.

[0011] Der Kühlfluideinlaß ist vorzugsweise mit einer in den Dampfeinlaßbereich mündenden Dampfzuführung verbunden. Vorzugsweise ist der Kühlfluideinlaß mit einem Stellventil zur Regelung der Frischdampfmenge verbunden, wodurch ebenfalls eine Abkühlung dieses Stellventiles nach Beendigung des Leistungsbetriebes der Dampfturbine ermöglicht ist.

[0012] Die Saugeinrichtung ist vorzugsweise mit einer in den Abdampfbereich mündenden Abströmleitung verbunden. Die Abströmleitung kann hierbei während des Abkühlvorgangs durch eine Rückschlagklappe abgesperrt sein, so daß die gesamte durch die Dampfturbine strömende Menge an Kühlfluid durch die Saugeinrichtung geführt wird. Vorzugsweise ist die Saugeinrichtung strömungstechnisch mit einem Kondensator, insbesondere dem Dampfbereich eines Kondensatbehälters, verbunden. Es ist somit möglich, als Saugeinrichtung ein bereits während des Leistungsbetriebes eingesetztes Evakuierungsgerät auch für die Abkühlung der Dampfturbine sowie weiterer Dampfturbinenkomponenten nach Abschalten, wie Stellventil, Schnellschlußventil etc., zu verwenden. Ein solches Evakuierungsgerät könnte beispielsweise der Evakuierung des Dampfraumes in dem Kondensatbehälter, oder der Evakuierung der Dampfatmosphäre in der Dampfturbine nach Beendigung des Leistungsbetriebes dienen.

[0013] Die auf eine Dampfturbinenanlage mit einer Hochdruck-Teilturbine und zumindest einer Mitteldruck-Teilturbine gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Turbinengehause der Teilturbinen jeweils mit einem Kuhlfluideinlaß verbunden sind und eine Saugeinrichtung vorgesehen ist, die uber eine Saugleitung mit einem Kondensator und über eine jeweilige Verbindungsleitung mit den Teilturbinen verbunden ist und die Kuhlfluideinlässe jeweils stromauf eines jeweiligen Abdampfbereichs angeordnet sind. Nach Abschalten der Dampfturbinenanlage erfolgt eine Kühlung jeder Teilturbine dadurch, daß uber den jeweiligen Kuhlfluideinlaß Kuhlfluid, insbesondere Luft, in das Gehause der jeweiligen Teilturbine einströmt und durch die Saugeinrichtung, welche sowohl mit der Teilturbine als auch einem Kondensator verbunden ist, aus der Teilturbine abgesaugt wird. Die Saugeinrichtung erzeugt vorzugsweise einen Unterdruck, durch den eine Durchströmung der Teilturbinen sowie entsprechender Komponenten, wie Stellventile und Schnellschlußventile, von dem Kühlfluid, der Luft, hervorgerufen wird. Die Luft nimmt in jeder Teilturbine Warme auf, wodurch die Teilturbine abgekühlt wird. Die Saugeinrichtung kann hierbei ein Evakuierungsaggregat sein, das bereits zur Evakuierung der Dampfatmosphäre in jeder Teilturbine unmittelbar nach Abschalten der Dampfturbinenanlage eingesetzt wird. Die Abkühlung der Teilturbinen der Dampfturbinenanlage ist somit ohne Zusatzaggregate, beispielsweise Druckluftspeicher oder Druckluftpumpe möglich, wobei lediglich an gewunschten Stellen Kühlfluideinlässe mit einem jeweiligen Absperrorgan sowie eine begrenzte Anzahl Leitungen zur Führung des Kühlfluides vorzusehen sind.

[0014] Die auf ein Verfahren zum Abkühlen einer Dampfturbine mit einem Turbinengehause gerichtete Aufgabe wird dadurch gelost, daß nach Lastabschaltung ein Kühlfluideinlaß stromungstechnisch mit dem Turbinengehäuse verbunden und durch den Kuhlfluideinlaß einströmendes Kühlfluid, insbesondere Luft, mittels einer Saugeinrichtung unter Wärmeaufnahme durch das Turbinengehause in Richtung des bei normalem Leistungsbetrieb durch die Dampfturbine_strömenden Aktionsdampfs gefuhrt wird. Mit dieser Art der Zwangskühlung der Dampfturbine ist bei spielsweise unter Einhaltung vorgebbarer Grenzen für die Dehnungsunterschiede zwischen Turbinenläufer und Turbinengehäuse, insbesondere Turbineninnengehäuse, eine Abkühlung von mehreren 100°C innerhalb eines Tages möglich. Hierdurch können Wartungs-, Instandhaltungsoder Nachrüstarbeiten an der Dampfturbine bereits einen Tag nach Lastabschaltung durchgeführt werden. Nach der Lastabschaltung wird die Turbine, insbesondere über einen Antriebsmotor mit geringer Drehzahl von ca. 50 U/min. (Rotordrehbetrieb) gedreht. Hierdurch entsteht so gut wie keine zusätzliche Wärme.

[0015] Die Turbine befindet sich nach dem Abschalten in einem Rotordrehbetrieb, wobei vorhandene Evakuierungsaggregate in Betrieb bleiben. An der Hoch-

druckturbine und einer Mitteldruckturbine werden Lufteinlässe, insbesondere Lufteintrittsstutzen geöffnet. An der Hochdruckturbine können frischdampfseitige Stutzen und eine Verbindungsleitung zwischen dem Abdampfstutzen der Hochdruckturbine und einem Kondensator geöffnet werden. Der Kondensator ist mit den Evakuierungsaggregaten verbunden, so daß durch die Lufteintrittsstutzen angesaugte Luft durch die Turbinenbeschaufelung und über die Verbindungsleitung in den Kondensator gesaugt wird. Dies bewirkt eine Abkühlung der Hochdruckturbine. An der Mitteldruckturbine können ebenfalls im Bereich des Dampfeintrittes Stutzen geöffnet werden. Die durch die Stutzen einströmende Luft kann durch die Evakuierungsaggregate über die Mitteldruckbeschaufelung und gegebenenfalls eine strömungstechnisch nachgeschaltete Niederdruckturbine in den Kondensator gesaugt werden. Hierbei werden insbesondere die Mitteldruckwelle und das Mittelinnen- und/oder Mittelaußendruckgehäuse, die Mitteldruckbeschaufelung, das Stellventil und das Schnellschlußventil der Mitteldruckturbine gekühlt. Es ist ebenfalls möglich, die Luft über eine entsprechende Verbindungsleitung von dem Abdampfbereich der Mitteldruckturbine unter Umgehung einer nachgeschalteten Niederdruckturbine in den Kondensator zu leiten. Die Hochdruckturbine und die Mitteldruckturbine werden vorzugsweise auf eine Temperatur kleiner als 150°C abgekühlt. Der Abkühlvorgang kann anhand von Temperaturmeßwerten, die innerhalb der Dampfturbine ermittelt werden, beispielsweise durch bereits für den Leistungsbetrieb vorgesehene Temperaturmeßstellen, kontrolliert werden. Je nach Fortschritt der Abkühlung kann der Abkühlvorgang über die Saugleistung der Saugeinrichtung beschleunigt oder verlangsamt werden. Der Abkühlvorgang wird so durchgeführt, daß vorgegebene maximale Dehnungsdifferenzen, insbesondere zwischen dem Turbinenläufer und dem Innen- und/oder Außengehäuse der Dampfturbine, nicht überschritten werden. Durch Zuführung des Kühlfluids über unterschiedliche Lufteinlässe kann beispielsweise die Abkühlung des Turbinenläufers einer Hochdruckteilturbine verzögert und die Abkühlung des Hochdruckgehäuses beschleunigt werden.

[0016] Anhand des in der einzigen Figur dargestellten Ausführungsbeispieles werden eine Dampfturbine sowie ein Schnellabkühlsystem ohne Zusatzaggregate zur Abkühlung der Dampfturbine näher erläutert.

[0017] Die Figur zeigt in teilweise schematischer und nicht maßstäblicher Darstellung eine Dampfturbinenanlage 20 mit einer Hochdruck-Teilturbine 1a und einer Mitteldruck-Teilturbine 1b in einem Längsschnitt. Weitere Komponenten der Dampfturbinenanlage 20 sind der Übersichtlichkeit halber schematisch dargestellt. Die Hochdruck-Teilturbine 1a weist einen Dampfeinlaßbereich 2, einen Abdampfbereich 3 und einen axial dazwischenliegenden Beschaufelungsbereich 4 auf. In den Dampfeinlaßbereich 2 mündet eine Dampfzuführung 12, eine Frischdampfleitung 19, in der als Kombiventil ein Schnellschlußventil 24 und ein Stellventil 17 angeordnet sind. Das Stellventil 17 weist einen Kühlfluideinlaß 7 auf, in den eine Luftleitung 18 mündet. In der Luftleitung 18 ist ein Verschlußorgan 8, insbesondere ein Ventil angeordnet, welches mit einer ersten Steuereinheit 9 verbunden ist. Über die erste Steuereinheit 9 ist ein öffnen bzw. Schließen des Verschlußorgans 8 ermöglicht, so daß der Kühlfluideinlaß 7 für eine Einströmung von Kühlfluid 6, insbesondere Luft, freigebbar bzw. verschließbar ist. Während eines normalen Leistungsbetriebes der Dampfturbine 1, der Hochdruck-Teilturbine 1a, ist das Verschlußorgan 8 verschlossen und während eines Schnellabkühlvorgangs geöffnet, so daß während letzterem Kühlfluid 6 in das Stellventil 17 einströmen kann.

[0018] Innerhalb des Hochdruck-Gehäuses 5a, welches ein nicht näher spezifiziertes Innen- und Außengehäuse umfaßt, ist der Turbinenläufer 26a angeordnet. An den Abdampfbereich 3 schließt sich eine Abströmleitung 13 an, die durch einen Zwischenüberhitzer 21 zum Dampfeinlaßbereich 2 der Mitteldruck-Teilturbine 1b führt. Stromab des Abdampfbereiches 3 ist in der Abströmleitung 13 eine Rückschlagklappe 22 angeordnet. Zwischen Abdampfbereich 3 und Rückströmklappe 22 mündet in die Abströmleitungen 13 eine Verbindungsleitung 16a, die zu einem Kondensator 14 führt. Die Verbindungsleitung 16a ist während des normalen Leistungsbetriebes der Hochdruck-Teilturbine 16 durch ein Verschlußorgan 8a verschlossen. Zwischen Dampfeinlaßbereich 2 der Mitteldruck-Teilturbine 1b und dem Zwischenüberhitzer 21 ist in eine Mitteldruck-Zuleitung 23 ebenfalls eine Kombination aus Stellventil 17 und Schnellflußventil 24 angeordnet. In diese Kombination mündet wie bereits oben beschrieben, eine Luftleitung 18 in einen Kühlfluideinlaß 7. Die Mitteldruck-Teilturbine 1b ist zweiflutig ausgeführt und weist ein Mitteldruck-Gehäuse 5b umfassend ein nicht näher spezifiziertes Innen- und Außengehäuse auf, in dem der Turbinenläufer 26b sowie ein Beschaufelungsbereich 4 angeordnet sind. Während eines normalen Leistungsbetriebes der Dampfturbinenanlage 20 strömt von dem Zwischenüberhitzer 21 nicht dargestellter Aktionsdampf in einen Dampfeinlaßbereich 2 ein, teilt sich im Beschaufelungsbereich 4 in die beiden Fluten auf, gelangt aus einem jeweiligen Abdampfbereich 3 in eine oder mehrere Abströmleitungen 13, die zu einer oder mehrerer nicht dargestellten Niederdruck-Teilturbinen führt bzw. führen. Von den Abströmleitungen 13 führt eine Verbindungsleitung 16b in den Kondensator 14. Eine weitere, nicht näher spezifizierte Leitung, führt von einer nicht dargestellten Niederdruck-Teilturbine ebenfalls in den Kondensator 14. Es versteht sich, daß die Verbindungsleitung 16b entfallen kann, so daß während eines Abkühlbetriebes durch das Stellventil 7 in die Mitteldruck-Teilturbine einströmendes Kühlfluid 6 über die nicht dargestellte Niederdruck-Teilturbine in den Kondensator 14 gelangt. An den Kondensator 14 schließt sich ein Kondensatbehälter 25 an, der über eine Saugleitung 15 mit

einer Saugeinrichtung 10, beispielsweise einem Evakuierungsaggregat, einer Strahlpumpe oder ähnlichem, verbunden ist. Die Saugeinrichtung 10 ist über eine zweite Steuereinheit 11 in ihrer Saugleistung steuerbar, so daß im Abkühlvorgang die Menge der angesaugten Luft und damit die Geschwindigkeit der Abkühlung einstellbar ist. Selbstverständlich ist auch eine Anordnung möglich, bei der die Saugeinrichtung 10 unmittelbar an eine Verbindungsleitung 16a, 16b angeschlossen ist, ohne eine Durchführung des Kühlfluids 6 durch den Kondensator 14.

[0019] Die Erfindung zeichnet sich durch eine Zwangskühlung einer Dampfturbine nach Beendigung des Leistungsbetriebes aus, bei dem nach Lastabschaltung ein Kühlfluideinlaß sowie eine Saugleitung geöffnet werden. Über eine mit der Saugleitung verbundene Saugeinrichtung wird Luft, die über den Kühlfluideinlaß in die Dampfturbine einströmt, unter Wärmeaufnahme aus dieser wieder herausgeführt wird. Mit dem Verfahren kann auf bereits vorhandene Komponenten der Dampfturbine, wie beispielsweise Evakuierungsaggregate und Dampfleitungen, zurückgegriffen werden. Es sind gegebenenfalls lediglich entsprechende Kühlfluideinlässe (z.B. Lufteinlaßstutzen) und Abzweigungen aus bestehenden Dampfabströmleitungen vorzusehen, um eine Zwangsluftströmung durch die Dampfturbine hindurch zu gewährleisten. Das Verfahren ermöglicht eine Schnellabkühlung, insbesondere einer Hochdruckdampfturbine, bei der eine Abkühlung von bis zu 400 K innerhalb 24 Stunden erreichbar ist.

Patentansprüche

1. Dampfturbine (1) mit einem Dampfeinlaßbereich (2), einem Abdampfbereich (3) und einem von einem Turbinengehäuse (5) umgebenen axial dazwischen angeordneten Beschaufelungsbereich (4), sowie mit einer Saugeinrichtung (10) zur Absaugung von Kühlfluid (6) aus dem Turbinengehäuse (5),
   dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein durch ein Verschlußorgan (8) verschließbarer und freigebbarer Kühlfluideinlaß (7) vorgesehen ist, der stromauf des Abdampfbereiches - bezogen auf die Strömungsrichtung von bei einem normalen Leistungsbetrieb durch das Turbinengehäuse (5) strömenden Aktionsdampfes - angeordnet ist und durch den Kühlfluid (6) zur Abkühlung nach einer Lastabschaltung auf eine Temperatur deutlich unterhalb der Betriebstemperatur in das Turbinengehäuse (5) einführbar ist.

2. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1, wobei eine mit dem Verschiußorgan (8) verbundene erste Steuereinheit (9) zum automatischen Öffnen des Kühlfluideinlasses (7) vorgesehen ist.

3. Dampfturbine (1) nach Anspruch 1 oder 2, mit einer zweiten Steuereinheit (11) zum Steuern der Saugleistung der Saugeinrichtung (10) und/oder zum automatischen Öffnen einer strömungstechnischen Verbindung der Saugeinrichtung (10) mit dem Turbinengehäuse (5).

4. Dampfturbine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Kühlfluideinlaß (7) mit einer in den Dampfeinlaßbereich (2) mündenden Dampfzuführung (12) verbunden ist.

5. Dampfturbine (1) nach Anspruch 4, bei der der Kühlfluideinlaß (7) mit einem Stellventil (17) verbunden ist.

6. Dampfturbine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Saugeinrichtung (10) mit einer in den Abdampfbereich (2) mündenden Abströmleitung (13) verbunden ist.

7. Dampfturbine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Saugeinrichtung (10) strömungstechnisch über eine Saugleitung (15) mit einem Kondensator (14) verbunden ist.

8. Dampfturbine (1) nach Anspruch 7, mit einer Hochdruck-Teilturbine (1a), wobei die Hochdruck-Teilturbine (1a) über eine Verbindungsleitung (16a) mit dem Kondensator (14) strömungstechnisch verbunden ist.

9. Dampfturbine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Kühlfluideinlaß (7) als Einlaß für das Turbinengehäuse (5) umgebende Luft ausgebildet ist.

10. Dampfturbinenanlage (20) mit einer Hochdruck-Teilturbine (1a), die ein Hochdruckgehäuse (5a) aufweist, das mit einem Kühlfluideinlaß (7a) verbunden ist, mit einer Mitteldruck-Teilturbine (1b), die ein Mitteldruck-Gehäuse (5b) aufweist, das mit einem Kühlfluideinlaß (7b) verbunden ist, mit einer Saugeinrichtung (10), die über eine Saugleitung (15) mit einem Kondensator (14) und über eine jeweilige Verbindungsleitung (16a, 16b) mit der Hochdruck-Teilturbine (1a) und der Mitteldruck-Teilturbine (1b) verbunden ist, wobei der Kondensator (14) strömungstechnisch zwischen jeder Teilturbine (1a, 1b) und der Saugeinrichtung (10) angeordnet ist und die Kühlfluideinlasse (7a, 7b) jeweils stromauf eines jeweiligen Abdampfbereichs (3) angeordnet sind.

11. Verfahren zum Abkühlen einer Dampfturbine (1) mit einem Turbinengehäuse (5), bei dem nach Lastabschaltung ein Kühlfluideinlaß (7) strömungstechnisch mit dem Turbinengehäuse (5) verbunden wird

und durch den Kuhlfluideinlaß (7) einstromendes Kühlfluid (6), insbesondere Luft, mittels einer Saugeinrichtung (10) unter Wärmeaufnahme durch das Turbinengehause (5) in Richtung des bei normalem Leistungsbetrieb durch die Dampfturbine (1) strömenden Aktionsdampfes geführt wird.

Claims

1. Steam turbine (1) with a steam inlet region (2), an exhaust-steam region (3) and a blading region (4) surrounded by a turbine housing (5) and arranged axially therebetween, and having a suction device (10) for sucking away cooling fluid (6) out of the turbine housing (5), **characterized in that** there is provided at least one cooling-fluid inlet (7), which can be closed and opened by means of a closing member (8), is arranged upstream of the exhaust-steam region - with respect to the direction of flow of action steam which flows through the turbine housing (5) during normal operation - and through which cooling fluid (6) can be introduced into the turbine housing (5) in order, after shutdown, to cool to a temperature markedly below the operating temperature.

2. Steam turbine (1) according to Claim 1, a first control unit (9) connected to the closing member (8) being provided for automatically opening the cooling-fluid inlet (7).

3. Steam turbine (1) according to Claim 1 or 2, with a second control unit (11) for controlling the suction capacity of the suction device (10) and/or for automatically opening a flow connection between the suction device (10) and the turbine housing (5).

4. Steam turbine (1) according to one of the preceding claims, in which the cooling-fluid inlet (7) is connected to a steam feed (12) opening into the steam inlet region (2).

5. Steam turbine (1) according to Claim 4, in which the cooling-fluid inlet (7) is connected to an adjusting valve (17).

6. Steam turbine (1) according to one of the preceding claims, in which the suction device (10) is connected to an outflow conduit (13) opening into the exhaust-steam region (2).

7. Steam turbine (1) according to one of the preceding claims, in which the suction device (10) is flow-connected to a condenser (14) via a suction conduit (15).

8. Steam turbine (1) according to Claim 7, with a high-pressure part turbine (1a), the high-pressure part turbine (1a) being flow-connected to the condenser (14) via a connecting conduit (16a).

9. Steam turbine (1) according to one of the preceding claims, in which the cooling-fluid inlet (7) is designed as an inlet for air surrounding the turbine housing (5).

10. Steam turbine plant (20) with a high-pressure part turbine (1a) having a high-pressure housing (5a) which is connected to a cooling-fluid inlet (7a), with a medium-pressure part turbine (1b) having a medium-pressure housing (5b) which is connected to a cooling-fluid inlet (7b), and with a suction device (10) which is connected to a condenser (14) via a suction conduit (15) and to the high-pressure part turbine (1a) and the medium-pressure part turbine (1b) via a connecting conduit (16a, 16b) in each case, the condenser (14), in terms of flow, being arranged between each part turbine (1a, 1b) and the suction device (10), and the cooling-fluid inlets (7a, 7b) each being arranged upstream of a respective exhaust-steam region (3).

11. Method for cooling a steam turbine (1) having a turbine housing (5), in which, after shutdown, a cooling-fluid inlet (7) is flow-connected to the turbine housing (5) and cooling fluid (6), in particular air, flowing in through the cooling-fluid inlet (7) is conducted, whilst at the same time absorbing heat, through the turbine housing (5) by means of a suction device (10) in the direction of the action steam which, in normal operation, flows through the steam turbine (1).

Revendications

1. Turbine (1) à vapeur, comprenant une région (2) d'admission de vapeur, une région (3) d'échappement de la vapeur et une région (4) d'aubage entourée d'une enveloppe (5) de turbine et interposée axialement entre elles, ainsi qu'un dispositif (10) d'aspiration destiné à aspirer du fluide (6) de refroidissement hors de l'enveloppe (5) de la turbine,

   caractérisée en ce qu'il est prévu au moins une entrée (7) pour du fluide de refroidissement, qui peut être fermée par un organe (8) de fermeture et qui peut être dégagée, qui est disposée en amont de la région d'échappement de la vapeur, considéré dans le sens d'écoulement de la vapeur d'action passant en fonctionnement de puissance normale dans l'enveloppe (5) de turbine, et par laquelle du fluide (6) de refroidissement peut être introduit dans l'enveloppe (5) de turbine, pour le refroidissement après une interruption de charge, à une température nettement inférieure à la température de fonctionnement.

2. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 1, dans laquelle il est prévu une première unité (9) de commande reliée à l'organe de fermeture et destinée à fermer automatiquement l'entrée (7) pour le fluide de refroidissement.

3. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 1 ou 2, comprenant une deuxième unité (11) de commande destinée à commander la puissance d'aspiration du dispositif (10) d'aspiration et/ou à ouvrir automatiquement une liaison du point de vue de la technique des fluides du dispositif (10) d'aspiration avec l'enveloppe (5) de turbine.

4. Turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'entrée (7) pour du fluide de refroidissement communique avec une entrée (12) de vapeur débouchant dans la région (2) d'admission de la vapeur.

5. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 4, dans laquelle l'entrée (7) pour du fluide de refroidissement est reliée à une vanne (17) de régulation.

6. Turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (10) d'aspiration communique avec un conduit (13) d'évacuation débouchant dans la région (2) d'échappement.

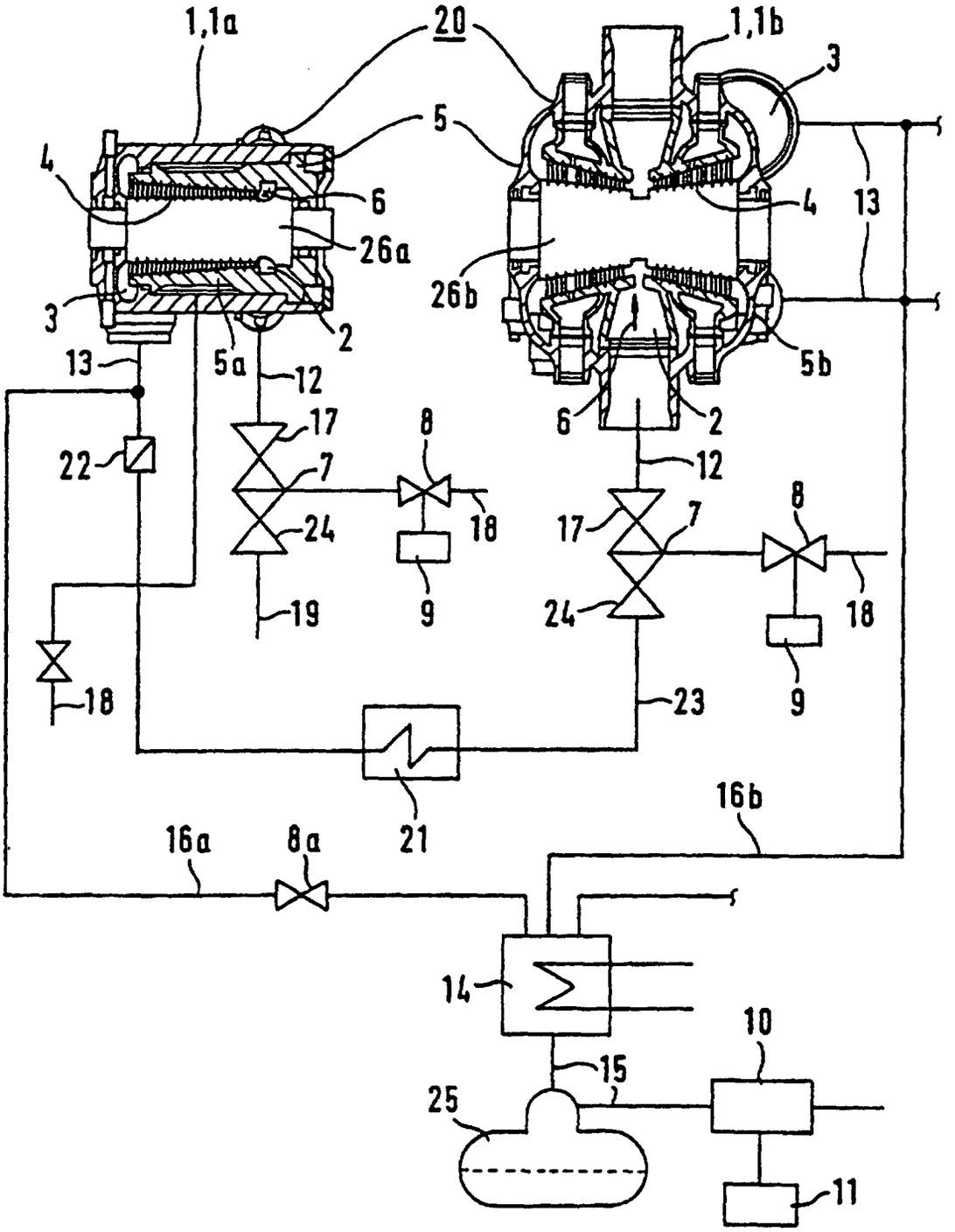
7. Turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (10) d'aspiration communique du point de vue de la technique des fluides avec un condenseur (14) par l'intermédiaire d'un conduit (15) d'aspiration.

8. Turbine (1) à vapeur suivant la revendication 7, comprenant une partie de turbine (1a) haute pression, la partie de turbine (1a) haute pression communiquant du point de vue de la technique des fluides avec le condenseur (14) par un conduit (16a) de liaison.

9. Turbine (1) à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'entrée (7) pour du fluide de refroidissement est constituée en entrée pour de l'air entourant l'enveloppe (5) de turbine.

10. Installation (20) à turbine à vapeur, comprenant une partie de turbine (1a) haute pression, qui comporte une enveloppe (5a) haute pression qui communique avec une entrée (7a) pour du fluide de refroidissement, une partie de turbine (1b) moyenne pression, qui comporte une enveloppe (5b) moyenne pression qui communique avec une entrée (7b) pour du fluide de refroidissement, un dispositif (10) d'aspiration qui communique par un conduit (15) d'aspiration avec un condenseur (14) et par respectivement un conduit (16a, 16b) de liaison avec la partie de turbine (1a) haute pression et avec la partie de turbine (1b) moyenne pression, le condenseur (14) étant disposé du point de vue de la technique des fluides entre chaque partie de turbine (1a, 1b) et le dispositif (10) d'aspiration et les entrées (7a, 7b) pour le fluide de refroidissement étant disposées respectivement en amont d'une région (3) respective d'échappement de la vapeur.

11. Procédé de refroidissement d'une turbine (1) à vapeur ayant une enveloppe (5) de turbine, dans lequel, après l'interruption de charge, on met en communication du point de vue de la technique des fluides une entrée (7) pour du fluide de refroidissement avec l'enveloppe (5) de la turbine et, au moyen d'un dispositif (10) d'aspiration, on envoie, par l'entrée (7) pour du fluide de refroidissement, du fluide (6) de refroidissement affluent, notamment de l'air avec absorption de la chaleur dans l'enveloppe (5) de turbine, dans le sens de la vapeur d'action passant, lors du fonctionnement en puissance normale, dans la turbine (1) à vapeur.


1,1a
20
1,1b
3
5
4
6
26a
4
13
26b
3
2
5a
5b
13
12
6
2
17
8
22
7
12
24
18
17
7
8
24
18
19
9
9
18
23
21
16b
16a
8a
14
10
15
25
11