



(11)

EP 2 746 543 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.09.2016 Patentblatt 2016/39

(51) Int Cl.:
F01K 17/04 ^(2006.01) **F22D 11/02** ^(2006.01)
F22B 1/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12198869.5**

(22) Anmeldetag: **21.12.2012**

(54) Schmierung von Expansionsmaschinen

Lubrication of expansion machines

Lubrification de machines d'expansion

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.06.2014 Patentblatt 2014/26

(73) Patentinhaber: **Orcan Energy AG**
81379 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Grill, Andreas**
81667 München (DE)
• **Springer, Jens-Patrick**
81371 München (DE)
• **Ast, Gabor**
80339 München (DE)

- **Sichert, Andreas**
83410 Laufen (DE)
- **Aumann, Richard**
80796 München (DE)
- **Schuster, Andreas**
86874 Tussenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte
PartG mbB**
Leopoldstraße 4
80802 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102007 008 609 **DE-U1-202011 109 838**
US-A- 3 292 366 **US-A- 4 191 021**
US-A- 5 329 771

EP 2 746 543 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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung, die ein Arbeitsmedium mit einem Schmierstoffzusatz und eine Expansionsmaschine zur Umwandlung von Enthalpie im Arbeitsmedium in mechanische Energie umfasst.

Stand der Technik

[0002] Der Betrieb von Expansionsmaschinen, wie z.B. Dampfturbinen und beispielsweise mit Hilfe des Organic Rankine Cycle (ORC)-Verfahrens zur Erzeugung elektrischer Energie durch den Einsatz organischer Medien, beispielsweise organischer Medien mit niedriger Verdampfungstemperatur, die bei gleichen Temperaturen verglichen mit Wasser als Arbeitsmedium im allgemeinen höhere Verdampfungsdrücke aufweisen, ist im Stand der Technik bekannt. ORC-Anlagen stellen eine Realisierung des Clausius-Rankine-Kreisprozesses dar, in dem beispielsweise prinzipiell über adiabatische und isobare Zustandsänderungen eines Arbeitsmediums elektrische Energie gewonnen wird. Über Verdampfung, Expansion und anschließende Kondensation des Arbeitsmediums wird hierbei mechanische Energie gewonnen und in elektrische Energie gewandelt. Prinzipiell wird das Arbeitsmedium durch eine Speisepumpe auf Betriebsdruck gebracht, und es wird ihm in einem Verdampfer Energie in Form von Wärme, die durch eine Verbrennung, einen Abwärmestrom oder eine sonstige Wärmequelle zur Verfügung gestellt wird, zugeführt. Vom Verdampfer aus strömt das Arbeitsmedium über ein Druckrohr zu einer Expansionsmaschine, in der es auf einen niedrigeren Druck entspannt wird. Im Anschluss strömt der entspannte Arbeitsmediumsdampf durch einen Kondensator, in welchem ein Wärmeaustausch zwischen dem dampfförmigen Arbeitsmedium und einem Kühlmedium stattfindet, wonach das auskondensierte Arbeitsmedium durch die Speisepumpe wieder mit Druck beaufschlagt wird und zu dem Verdampfer in einem Kreisprozess zurückgeführt wird. Eine besondere Klasse von Expansionsmaschinen stellen volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen dar, die auch als Verdrängungs-expansionsmaschinen bezeichnet werden, eine oder mehrere Arbeitskammer/n umfassen und während einer Volumenzunahme dieser Arbeitskammer/n während der Entspannung des Arbeitsmediums Arbeit verrichten. Diese Expansionsmaschinen sind beispielsweise in Form von Kolbenexpansionsmaschinen, Schraubenexpansionsmaschinen oder Scrollexpandern realisiert. Derartige volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen werden insbesondere in ORC-Systemen kleiner Leistungsklasse (z.B. 1 bis 500 kW elektrische Leistung) eingesetzt. Im Gegensatz zu Turbinen erfordern volumetrisch arbeitende Expansionsmaschinen jedoch eine Schmierung durch ein Schmiermittel insbesondere des

Kolbens bzw. der sich aufeinander abwälzenden Profile (Flanken) des Expansionsraums sowie der Wälzlager und der gleitenden Wände der Arbeitskammer. Es bedarf also eine Schmierung der Lagerstellen und der sich berührenden Flanken.

[0003] Aus dem in dem Dokument GB 2427002 offenbarten Stand der Technik ist ein Verfahren zur Schmierung der Lager der Expansionsmaschine bekannt, bei dem Arbeitsmedium mit einem Schmiermittelzusatz nach der Druckerhöhung durch die Speisepumpe abgezweigt und den Lagern zugeführt wird.

[0004] Bei der gemäß internem Stand der Technik verwendeten Expansionsmaschine wird die Schmierung der hochdruckseitigen und der niederdruckseitigen Lager über jeweils eine Schmierstoffzuführung bewerkstelligt. Der Schmierstoff wird an die Lagerstellen geleitet, passiert das Lager und verlässt über eine Verbindung zur Niederdruckseite das Lager und tritt in den Abdampfpfad ein. Dort mischt sich das flüssige Öl mit dem Abdampf und wird zum Kondensator transportiert. Beide Lagerstellen liegen in etwa auf gleichem Druckniveau, da die beiden Lagerstellen über ein Bohrung / Leitung miteinander verbunden sind. Das Druckniveau an den Lagerstellen ist in der Größenordnung des Drucks am Auslass der Expansionsmaschine.

[0005] Bei Abzweigung des schmiermittelhaltigen Arbeitsmediums nach Druckerhöhung durch die Speisepumpe auf Betriebsdruck ist dabei jedoch Folgendes nachteilig. Für die Zuführung der Schmierstoff-Arbeitsmedium-Lösung muss der Druck etwas über dem Druckniveau der Lagerstellen liegen. Ein zu großer Druck könnte zu geänderten und unerwünschten Strömungsverhältnissen in den Lagern führen. Weiterhin könnte auch eine zu große Menge Fluid in Richtung der Lager strömen. Aus diesem Grund werden Drosseln eingesetzt, um das Druckniveau zu begrenzen. Eine Druckerhöhung über das notwendige Maß hinaus und eine darauf folgende Drosselung ist energetisch ungünstig. Zudem muss eine weitere Komponente (nämlich eine Drossel) verbaut werden.

[0006] Es besteht somit ein Bedarf dafür, ein Verfahren zur Schmierung von Expansionsmaschinen bereitzustellen, in dem die oben genannten Probleme ausgeräumt oder zumindest gemildert werden. Dies liegt der vorliegenden Erfindung als Aufgabe zugrunde.

[0007] US 5 329 771 A offenbart ein ORC-System bei dem Arbeitsmedium zwischen zwei Pumpen abgezweigt und hydrodynamischen Lagern zur Schmierung zugeführt wird.

Beschreibung der Erfindung

[0008] Die oben genannte Aufgabe wird gelöst durch eine thermodynamische Kreisprozessvorrichtung mit einem Arbeitsmedium mit einem Schmierstoffzusatz; einer Expansionsmaschine zur Umwandlung von Enthalpie im Arbeitsmedium in mechanische Energie; einer mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung (beispielsweise eine

Speisepumpe) zum stufenweisen Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums; einem Mittel zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums zwischen zwei Stufen der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung; und einem Mittel zum Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an eine oder mehrere Lagerstellen der Expansionsmaschine. Das Anzapfen der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums hat den Vorteil, dass das Arbeitsmedium mit dem Schmierstoff direkt aus der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung auf geeignetem Druckniveau abgezweigt wird. Auf diese Weise kann dann auf ansonsten erforderliche Mittel zur Drosselung des Drucks vor dem Zuführen zu den Lagern verzichtet werden. Die thermodynamische Größe der Enthalpie des Arbeitsmediums umfasst dabei wie üblich die innere, thermische Energie und die zu verrichtende Volumenarbeit ("Druckenergie").

[0009] Die mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung umfasst eine mehrstufige Pumpe, insbesondere eine mehrstufige Kreispumpe. Dabei weisen die Druckerhöhungsstufen das gleiche Funktionsprinzip auf und sind in einem Gehäuse ("eine Pumpe") untergebracht.

[0010] Eine Weiterbildung der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung besteht darin, dass das Mittel zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums eine Abzweigung, insbesondere eine Bohrung, zwischen zwei Stufen der mehrstufigen Pumpe umfassen kann. Dies stellt eine einfache praktische Realisierung der Mittel zum Abzweigen dar.

[0011] Gemäß einer anderen Weiterbildung der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung kann das Mittel zum Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an eine oder mehrere Lagerstellen der Expansionsmaschine eine oder mehrere Rohrleitungen umfassen.

[0012] Gemäß einer Weiterbildung der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung kann im Falle einer mehrstufigen Pumpe mit zwei oder mehreren Laufrädern, das Mittel zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums in Förderrichtung der Pumpe zwischen zwei direkt benachbarten Laufrädern angeordnet sein. In dieser Weiterbildung kann die stufenweise Druckerhöhung des Arbeitsmediums mittels der Laufräder ausgenutzt werden und ein Teil des Arbeitsmediums (Mischung aus einem Arbeitsmittel und dem Schmiermittel) an geeigneter Stelle abgezweigt werden.

[0013] Gemäß einer anderen Weiterbildung der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung kann sie weiterhin Mittel zum Abführen des Arbeitsmediums mit dem Schmierstoffzusatz von der oder den Lagerstellen umfassen, wobei das Mittel zum Abführen des Arbeitsmediums insbesondere in Fluidverbindung mit einem Auslass der Expansionsmaschine sein kann. Dies hat den Vorteil, dass das Arbeitsmedium mitsamt dem Schmierstoff wieder abgeführt und dem Kreisprozess wieder zugeführt werden kann.

[0014] Die Kreisprozessvorrichtung kann eine Orga-

nic-Rankine-Cycle-Vorrichtung sein und/oder die Expansionsmaschine kann aus der Gruppe ausgewählt sein, die aus einer Kolbenexpansionsmaschine, Schraubenexpansionsmaschine, einem Scrollexpander, einer Flügelzellenmaschine und einem Rootexpander besteht.

[0015] Gemäß einer anderen Weiterbildung der thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung kann das Arbeitsmedium in Form eines organischen Arbeitsmediums bereitgestellt werden, wobei das Arbeitsmedium insbesondere ein fluoriertes Arbeitsmedium, wie beispielsweise fluorierte Kohlenwasserstoffe, fluorierte Kohlenstoffe, Fluorether oder Fluorketone, umfassen oder daraus bestehen kann und/oder der Schmierstoff insbesondere ein Kältemittelöl umfassen oder daraus bestehen kann, und/oder wobei der Schmierstoffanteil des Arbeitsmediums zwischen 0,1% und 10% Massenanteil betragen kann.

[0016] Die erfindungsgemäße thermodynamische Kreisprozessvorrichtung oder eine deren Weiterbildungen können Teil eines Dampfkraftwerks sein.

[0017] Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur Schmierung einer Expansionsmaschine in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, wobei die Kreisprozessvorrichtung die Expansionsmaschine, eine mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung und ein Arbeitsmedium mit einem Schmierstoffzusatz umfasst, und wobei das Verfahren die Schritte umfasst: stufenweises Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums mit der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung; Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums zwischen zwei Stufen der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung; und Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an wenigstens eine oder mehrere Lagerstellen der Expansionsmaschine zum Schmieren der Lagerstellen. Die mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung umfasst eine mehrstufige Pumpe. Die Vorteile entsprechen jenen die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung genannt wurden.

[0018] Zudem entsprechen die Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und deren Vorteile jenen die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung genannt wurden.

[0019] Weitere Merkmale und beispielhafte Ausführungsformen sowie Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es versteht sich, dass die Ausführungsformen nicht den Bereich der vorliegenden Erfindung erschöpfen. Es versteht sich weiterhin, dass einige oder sämtliche der im Weiteren beschriebenen Merkmale auch auf andere Weise miteinander kombiniert werden können.

Zeichnungen

[0020] Figur 1 veranschaulicht beispielhaft ein Schmiersystem für eine Expansionsmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung.

Ausführungsformen

[0021] Gemäß der Erfindung wird das Arbeitsmedium direkt aus der mehrstufigen Speisepumpe auf geeignetem Druckniveau abgezweigt werden. Die erfindungsgemäße Lösung vereinigt die Funktion einer Kondensatpumpe und der Speisepumpe vorteilhaft in einem Gehäuse und ermöglicht die Entnahme von Flüssigkeit an passender Stelle, wobei diese Stelle (Anzahl von bereits durchlaufenen Stufen) das Druckniveau der entnommenen Flüssigkeit bestimmt. Bei Einsatz von mehrstufigen Speisepumpen kann eine spezielle Eigenschaft dieser Pumpen genutzt werden. Die Druckerhöhung bei den mehrstufigen Pumpen findet durch ein Aneinanderreihen von mehreren Laufrädern statt, so dass pro Stufe eine Druckerhöhung von z.B. 1 bar stattfindet. Die Laufräder werden auf einer Welle in ein Gehäuse eingebaut und besitzen jeweils den gleichen Durchmesser. In Richtung der Welle ist eine Druckerhöhung in Stufen zu beobachten. Durch eine Anzapfung an passender Stelle kann nun Flüssigkeit, im vorliegenden Fall Schmierstoff-Arbeitsmedium-Lösung, auf dem Druckniveau entnommen werden, welches bereits das passende Druckniveau besitzt. Es muss also keine weitere Druckerhöhung dieses Fluids vorgenommen werden.

[0022] Figur 1 zeigt eine Prinzipskizze einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0023] Wie es in Figur 1 gezeigt ist, umfasst die thermodynamische Kreisprozessvorrichtung gemäß einem Beispiel für die vorliegende Erfindung eine mehrstufige Speisepumpe 1 mit mehreren Laufrädern. Die mehrstufige Speisepumpe 1 wird mit flüssiger Arbeitsmedium-Schmierstoff-Lösung versorgt, wobei diese Lösung am Einlass 2 in die Pumpe eintritt. Der für die Schmierung der Lagerstellen 9 der Expansionsmaschine 5 notwendige Massenstrom wird direkt an geeigneter Stelle 3 mit einem dort herrschenden Druckniveau zwischen zwei benachbarten Laufrädern abgezweigt und den Lagerstellen 9 zur Verfügung gestellt. Die Lagerstellen 9 werden über die Schmierstoffzuführung 4 versorgt, wobei der Schmierstoff die Lagerstellen passiert und über eine Abführleitung/-vorrichtung 6 abgeführt wird. Die Abführleitung/-vorrichtung 6 steht in Verbindung mit dem Auslass der Expansionsmaschine 5 welcher wiederum in Verbindung mit dem Kondensator 7 steht.

[0024] Es ist zu bemerken, dass sowohl die Schmierstoffzuführung 4 als auch die Schmierstoffabführleitung 6 in die Expansionsmaschinen 5 integriert sein können und nicht als eigene Leitung ausgeführt werden müssen, sondern Teil des Gehäuses oder der Rotoren sein können. Der Abdampf und der Schmierstoff gelangen zum Kondensator 7, von welchem die verflüssigte Arbeitsmedium-Schmierstoff-Lösung mittel Speisepumpe wie beschrieben zu den Lagerstellen 9 sowie zum Verdampfer 8 geleitet wird. Im Verdampfer 8 verdampft das Arbeitsmedium, der Schmierstoff bleibt jedoch flüssig und dient zur Schmierung und Dichtung der Flanken der Expansi-

onsmaschine 5.

Patentansprüche

1. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung, umfassend:

ein Arbeitsmedium mit einem Schmierstoffzusatz;
eine Expansionsmaschine (5) zur Umwandlung von Enthalpie im Arbeitsmedium in mechanische Energie;
eine mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung (1) zum stufenweisen Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums;
Mittel (3) zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums zwischen zwei Stufen der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung; und
Mittel (4) zum Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an eine oder mehrere Lagerstellen (9) der Expansionsmaschine;
dadurch gekennzeichnet, dass
die mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung (1) eine mehrstufige Pumpe (1) umfasst.

2. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die mehrstufige Pumpe eine mehrstufige Kreispumpe ist.

3. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung nach Anspruch 2, wobei das Mittel zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums eine Abzweigung, insbesondere eine Bohrung, zwischen zwei Stufen der mehrstufigen Pumpe umfasst.

4. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Mittel zum Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an eine oder mehrere Lagerstellen der Expansionsmaschine eine oder mehrere Rohrleitungen umfasst.

5. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei im Falle einer mehrstufigen Pumpe mit zwei oder mehreren Laufrädern das Mittel zum Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums in Förderrichtung der Pumpe zwischen zwei direkt benachbarten Laufrädern angeordnet ist.

6. Thermodynamische Kreisprozessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiterhin umfassend:

Mittel (6) zum Abführen des Arbeitsmediums mit dem Schmierstoffzusatz von der oder den Lagerstellen, wobei das Mittel zum Abführen des Arbeitsmediums insbesondere in Fluidverbin-

derung mit einem Auslass der Expansionsmaschine ist.

7. Kreisprozessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, in der die Kreisprozessvorrichtung eine Organic-Rankine-Cycle-Vorrichtung ist und/oder in der die Expansionsmaschine aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einer Kolbenexpansionsmaschine, Schraubenexpansionsmaschine, einem Scrollexpander, einer Flügelzellenmaschine und einem Rootexpander besteht.

8. Kreisprozessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Arbeitsmedium in Form eines organischen Arbeitsmediums bereitgestellt wird, wobei das Arbeitsmedium insbesondere ein fluoriertes Arbeitsmedium umfasst oder daraus besteht und/oder der Schmierstoff insbesondere ein Kältemittelöl umfasst oder daraus besteht, wobei der Schmierstoffanteil des Arbeitsmediums zwischen 0,1% und 10% Massenanteil beträgt.

9. Dampfkraftwerk, das die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

10. Verfahren zur Schmierung einer Expansionsmaschine (5) in einer thermodynamischen Kreisprozessvorrichtung, wobei die Kreisprozessvorrichtung die Expansionsmaschine, eine mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung (1) und ein Arbeitsmedium mit einem Schmierstoffzusatz umfasst, und wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

stufenweises Druckbeaufschlagen des Arbeitsmediums mit der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung;
Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums zwischen zwei Stufen der mehrstufigen Druckerhöhungseinrichtung; und
Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an wenigstens eine oder mehrere Lagerstellen (9) der Expansionsmaschine zum Schmieren der Lagerstellen;
dadurch gekennzeichnet, dass
die mehrstufige Druckerhöhungseinrichtung (1) eine mehrstufige Pumpe (1), insbesondere eine mehrstufige Kreiselpumpe, umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums über eine Abzweigung (3), insbesondere eine Bohrung, zwischen den zwei Stufen der mehrstufigen Pumpe oder über eine Abzweigung zwischen zwei Pumpen erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei das Zuführen des abgezweigten Teils des Arbeitsmediums an eine oder mehrere Lagerstellen der Expansionsmaschine über eine oder mehrere Rohrleitungen (4)

erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei im Falle einer mehrstufigen Pumpe mit zwei oder mehreren Laufräder das Abzweigen eines Teils des Arbeitsmediums in Förderrichtung der Speisepumpe zwischen zwei direkt benachbarten Laufrädern erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, mit dem weiteren Schritt:

Abführen des Arbeitsmediums mit dem Schmierstoffzusatz von der oder den Lagerstellen, wobei das Abführen des Arbeitsmediums insbesondere in Fluidverbindung mit einem Auslass der Expansionsmaschine erfolgt.

15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei das Arbeitsmedium in Form eines organischen Arbeitsmediums bereitgestellt wird, wobei das Arbeitsmedium insbesondere ein fluoriertes Arbeitsmedium umfasst oder daraus besteht und/oder der Schmierstoff insbesondere ein Kältemittelöl umfasst oder daraus besteht, wobei der Schmierstoffanteil des Arbeitsmediums zwischen 0,1% und 10% Massenanteil beträgt.

Claims

1. Thermodynamic circuit process device, comprising:

a working medium with a lubricant additive;
an expansion machine (5) for converting enthalpy in the working medium into mechanical energy;
a multi-stage pressure-increasing apparatus (1) for the step-by-step pressurization of the working medium;
a means (3) for branching off a part of the working medium between two stages of the multi-stage pressure-increasing apparatus; and
a means (4) for feeding the branched off part of the working medium to one or a plurality of bearing points of the expansion machine;
characterized in that
said multi-stage pressure-increasing apparatus (1) comprises a multi-stage pump (1).

2. Thermodynamic circuit process device according to claim 1, wherein said multi-stage pump is a multi-stage centrifugal pump.

3. Thermodynamic circuit process device according to claim 2, wherein said means for branching off a part of the working medium comprises a branch, in particular a bore, between two stages of the multi-stage

pump.

4. Thermodynamic circuit process device according to one of claims 1 to 3, wherein said means for feeding the branched off part of the working medium to one or a plurality of bearing points of the expansion machine comprises one or a plurality of pipelines.

5. Thermodynamic circuit process device according to one of claims 1 to 4, wherein in case of a multi-stage pump with two or a plurality of impellers, said means for branching off a part of the working medium is disposed in the conveying direction of the pump between two directly adjacent impellers.

6. Thermodynamic circuit process device according to one of claims 1 to 5, furthermore comprising:

a means (6) for discharging said working medium with said lubricant additive from said bearing point or points, said means for discharging the working medium in particular being in fluid communication with an outlet of the expansion machine.

7. Circuit process device according to one of claims 1 to 6, in which the circuit process device is an Organic Rankine Cycle device, and/or in which the expansion machine is selected from the group consisting of a piston expansion machine, a screw expansion machine, a scroll expander, a vane machine, and a roots expander.

8. Circuit process device according to one of claims 1 to 7, wherein said working medium is provided in the form of an organic working medium, said working medium in particular comprising or consisting of a fluorinated working medium, and/or said lubricant in particular comprising or consisting of a refrigerant oil, wherein the lubricant proportion of said working medium is between 0.1 and 10 weight percent.

9. Steam power station, comprising the device according to one of claims 1 to 8.

10. Method for lubricating an expansion machine (5) in a thermodynamic circuit process device, wherein said circuit process device comprises said expansion machine, a multi-stage pressure-increasing apparatus (1), and a working medium with a lubricant additive, and wherein said method comprises the steps of:

step-by-step pressurizing the working medium with the multi-stage pressure-increasing apparatus;
branching off a part of said working medium between two stages of the multi-stage pressure-

increasing apparatus; and

feeding the branched off part of the working medium to at least one or a plurality of bearing points (9) of the expansion machine for lubricating the bearing points;

wherein the multi-stage pressure-increasing apparatus (1) comprises a multi-stage pump (1), in particular a multi-stage centrifugal pump.

11. Method according to claim 10, wherein the branching off of a part of the working medium via a branch (3), in particular a bore, is effected between the two stages of the multi-stage pump or via a branch between two pumps.

12. Method according to claim 10 or 11, wherein the feeding of the branched off part of the working medium to one or a plurality of bearing points of the expansion machine is effected via one or a plurality of pipelines (4).

13. Method according to one of claims 10 to 12, wherein in case of a multi-stage pump with two or a plurality of impellers, the branching off of a part of the working medium is effected in the conveying direction of the feed pump between two directly adjacent impellers.

14. Method according to one of claims 10 to 13, with the further step of:

discharging said working medium with said lubricant additive from the bearing point or points, wherein the discharging of said working medium is in particular effected in fluid communication with an outlet of the expansion machine.

15. Method according to one of claims 10 to 14, wherein said working medium in particular comprises or consists of a fluorinated working medium, and/or said lubricant in particular comprises or consists of a refrigerant oil, wherein the lubricant proportion of said working medium is between 0.1 and 10 weight percent.

Revendications

1. Dispositif à cycle thermodynamique, comprenant :

un fluide de travail avec un additif de lubrification ;
une machine à expansion (5) pour la conversion d'enthalpie du fluide de travail en énergie mécanique ;
un dispositif d'augmentation de pression multi-étage (1) pour la mise sous pression en étages du fluide de travail ;
un moyen (3) de dérivation d'une partie du fluide

- de travail entre deux étages du dispositif d'augmentation de pression multi-étage ; et un moyen (4) d'alimentation de la partie dérivée du fluide de travail vers un ou plusieurs niveaux d'étage (9) de la machine à expansion ;
- caractérisé en ce que**
le dispositif d'augmentation de pression multi-étage (1) comporte une pompe multi-étage (1).
2. Dispositif à cycle thermodynamique selon la revendication 1, dans lequel la pompe multi-étage est une pompe centrifuge multi-étage.
 3. Dispositif à cycle thermodynamique selon la revendication 2, dans lequel le moyen de dérivation d'une partie du fluide de travail comporte une dérivation, en particulier un trou, entre deux étages de la pompe multi-étage.
 4. Dispositif à cycle thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le moyen d'alimentation de la partie dérivée du fluide de travail vers un ou plusieurs niveaux d'étage de la machine à expansion comporte un ou plusieurs tuyaux.
 5. Dispositif à cycle thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel, dans le cas d'une pompe multi-étage avec deux ou plusieurs rotors, le moyen de dérivation d'une partie du fluide de travail en direction d'alimentation de la pompe est agencé entre deux rotors directement voisins.
 6. Dispositif à cycle thermodynamique selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant en outre :
un moyen (6) d'évacuation du fluide de travail avec l'additif de lubrification du ou des niveaux d'étage, dans lequel le moyen d'évacuation du fluide de travail est en particulier en communication fluide avec une sortie de la machine à expansion.
 7. Dispositif cyclique selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif cyclique est un dispositif à cycle organique de Rankine et/ou dans lequel la machine à expansion est sélectionnée dans l'ensemble constitué par une machine à expansion à piston, une machine à expansion à vis, une machine à expansion à spirale, une machine à rotor à palettes et une machine à expansion de type Root.
 8. Dispositif cyclique selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le fluide de travail est pourvu sous forme d'un fluide de travail organique, dans lequel le fluide de travail est constitué par ou comporte en particulier un fluide de travail fluoré et/ou le lubrifiant est constitué par ou comporte en particulier une huile de refroidissement, dans lequel le constituant lubri-
- fiant du fluide de travail constitue entre 0,1 % et 10 % en masse.
9. Centrale thermique à vapeur comportant le dispositif selon l'une des revendications 1 à 8.
 10. Procédé de lubrification d'une machine à expansion (5) dans un dispositif à cycle thermodynamique, dans lequel le dispositif cyclique comporte la machine à expansion, un dispositif d'augmentation de pression multi-étage (1) et un fluide de travail avec un additif de lubrification, et dans lequel le procédé comporte les étapes suivantes :
mise sous pression étagée du fluide de travail avec le dispositif d'augmentation de pression multi-étage ;
dérivation d'une partie du fluide de travail entre deux étages du dispositif d'augmentation de pression multi-étage ; et
alimentation de la partie dérivée du fluide de travail vers au moins un ou plusieurs niveaux d'étage (9) de la machine à expansion pour lubrifier les niveaux d'étage ;
caractérisé en ce que
le dispositif d'augmentation de pression multi-étage (1) comporte une pompe multi-étage (1), et en particulier une pompe centrifuge multi-étage.
 11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la dérivation d'une partie du fluide de travail s'effectue via une dérivation (3), en particulier un trou, entre les deux étages de la pompe multi-étage ou via une dérivation entre deux pompes.
 12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, dans lequel l'alimentation de la partie dérivée du fluide de travail vers un ou plusieurs niveaux d'étage de la machine à expansion s'effectue via un ou plusieurs tuyaux (4).
 13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel, dans le cas d'une pompe multi-étage à deux ou plusieurs rotors, la dérivation d'une partie du fluide de travail s'effectue en direction d'alimentation de la pompe de gavage entre deux rotors directement voisins.
 14. Procédé selon l'une des revendications 10 à 13, comportant en outre l'étape suivante :
évacuation du fluide de travail avec l'additif de lubrification du ou des niveaux d'étage, dans lequel l'évacuation du fluide de travail s'effectue en particulier en communication fluide avec une sortie de la machine à expansion.
 15. Procédé selon l'une des revendications 10 à 14,

dans lequel le fluide de travail est pourvu sous forme d'un fluide de travail organique, dans lequel le fluide de travail est constitué par ou comporte en particulier un fluide de travail fluoré et/ou le lubrifiant est constitué par ou comporte en particulier une huile de refroidissement, dans lequel le constituant lubrifiant du fluide de travail constitue entre 0,1 % et 10 % en masse.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

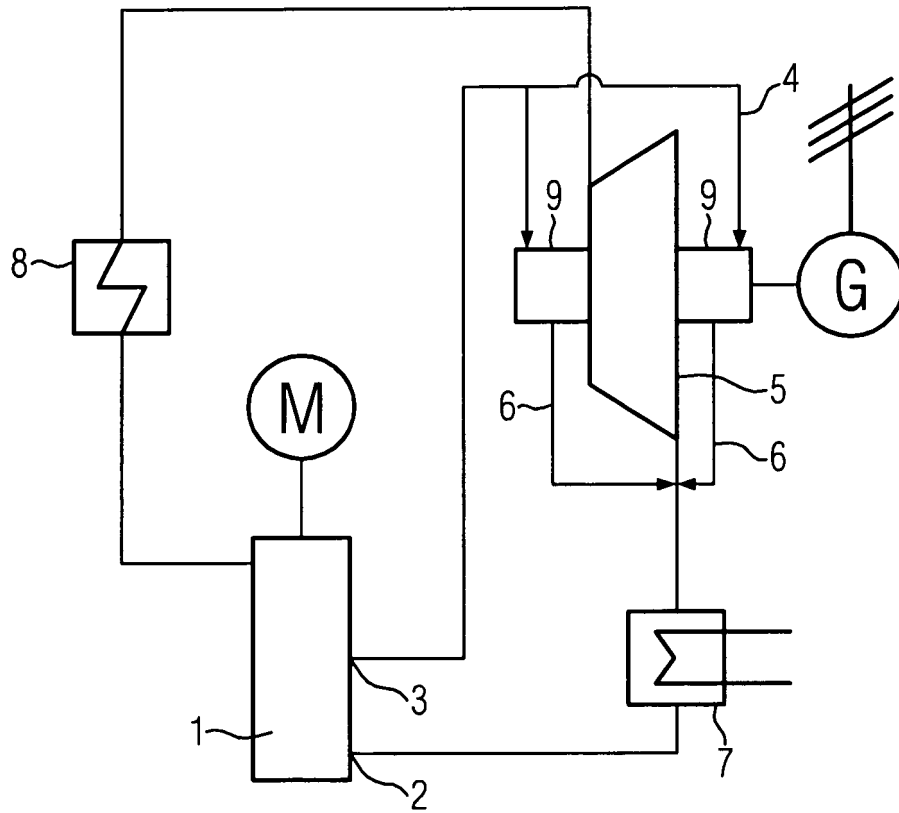


FIG. 1

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

- GB 2427002 A [0003]
- US 5329771 A [0007]