

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 829

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F25B 11/02 (2006.01)

F25B 9/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2016-434**
(22) Přihlášeno: **15.07.2016**
(40) Zveřejněno: **26.07.2017**
(Věstník č. 30/2017)
(47) Uděleno: **14.06.2017**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **26.07.2017**
(Věstník č. 30/2017)

(56) Relevantní dokumenty:

GB 2474259; JP 2005172336; US 6321564.

(73) Majitel patentu:

Zefira Consulting, SE, Praha 3 - Žižkov, CZ

(72) Původce:

Bc. Petr Fuchs, Brno - Řečkovice, CZ

(74) Zástupce:

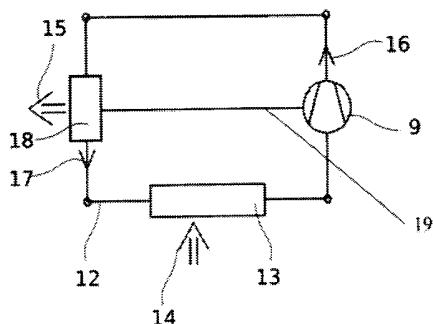
INPARTNERS GROUP, Ing. Ivan Lukšíček,
Koliště 13a, 602 00 Brno

(54) Název vynálezu:

Chladicí okruh pro oběh chladicího média

(57) Anotace:

Chladicí okruh pro oběh chladicího média sestávající z kompresoru (9), který je svým výstupem mechanicky spojen se vstupem turbíny (18) s generátorem elektrické energie a ta je dále spojena svým výstupem se vstupem výparníku (13) pro přívod tepla do chladicího média, který je dále svým výstupem spojen se vstupem kompresoru (9).



CZ 306829 B6

Chladicí okruh pro oběh chladicího média

Oblast techniky

5

Vynález se týká chladicího okruhu, především vysokotlakého, pro oběh chladicího média, určeného zejména pro chladicí zařízení mrazíren, klimatizační jednotky hal, budov, místností, nebo dopravních prostředků.

10

Dosavadní stav techniky

Současné chladicí okruhy využívají skupenských přeměn chladicího média. Chladicí okruhy se skládají z kompresoru, výměníku tepla, škrticího prostředku a výparníku. Kompresor zajišťuje odsávání par chladicího média z výparníku. Dále kompresor chladicí médium stlačuje, čímž zvýší jeho teplotu, v tepelném výměníku dochází k odvodu tepla do okolí a ochlazení chladicího média, při němž dochází k jeho kondenzaci. Kapalně chladicí médium prochází škrticím prostředkem, kde dojde k prudkému poklesu tlaku, který zapříčiní snížení tlaku chladicího média na tlak výparný. Chladicí médium se poté vypařuje ve výparníku, odvádí teplo z okolí a navrácí se do kompresoru. Použití freonů jako výhradního chladicího média ve výše popsaném zařízení je nevhodné z důvodu negativního poškozujícího vlivu freonů uvolněných do ovzduší na ozónovou vrstvu a proto se od jejich používání ustupuje.

Nevýhodu negativního dopadu na životní prostředí, způsobeného používáním chladicích médií na bázi freonů, případně i jiných halogenderivátů uhlovodíků, které vedou k rozkladu ozónové vrstvy, odstraňují chladicí zařízení na bázi chladicích médií, jako jsou například CO₂, HFO (hydrofluoro-olefiny – mají nulový potenciál poškození ozónové vrstvy, i když obsahují vázané atomy fluoru), čistých uhlovodíků a dalších. Nevýhodou použití HFO jako chladicího média je jeho mírná hořlavost. Při koncentracích HFO nad 6 % dochází k explozivnímu hoření, což představuje nebezpečí ve většině aplikací, zvláště pak při umístění chladicí jednotky do dopravního prostředku. Vhodnějším chladicím médiem je CO₂, který je přirozeně se vyskytující složkou zemské atmosféry a jeho environmentální zátěž je relativně nízká. Nevýhodou zařízení pracujících s CO₂ jako chladicím médiem je nižší účinnost, způsobená především přibližně o řád vyššími pracovními tlaky, kterých je nutné dosahovat v rámci chladicího cyklu, a dále přibližně poloviční hodnotou chladicího faktoru, než vykazují chladicí média na bázi freonů.

Problém nižší účinnosti chladicích systémů s CO₂ jako chladicím médiem je částečně řešen v patentovém dokumentu WO0142035, který popisuje využití vyššího tlakového spádu a dynamické složky chladicího média při škrcení, kde dynamické tlakové zařízení přeneslo tlak zpět do okruhu před vstup do kompresoru nebo tepelného výměníku. Uvedené řešení má několik nevýhod, které spočívají především ve vysokých ztrátách způsobených prouděním chladicího média v potrubí a ve složitosti konstrukce chladicího okruhu. Nevýhodou je i komplikovaná regulace tlaku přenášeného zpět do chladicího okruhu. Dalšími nevýhodami jsou větší zástavný prostor, složitá výroba, vyšší cena a vyšší poruchovost systému.

45

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje řešení chladicího okruhu pro oběh chladicího média, jehož podstata spočívá v tom, že sestává z kompresoru, který je svým výstupem mechanicky spojen se vstupem turbíny s generátorem elektrické energie a ta je dále spojena svým výstupem se vstupem výparníku pro přívod tepla do chladicího média, který je dále svým výstupem spojen se vstupem kompresoru. Jednotlivé prvky chladicího okruhu, tedy kompresor, turbína s generátorem elektrické energie a výparník pro přívod tepla do chladicího média jsou navzájem spojeny běžně používanými mechanickými propojovacími prvky.

55

Generátor elektrické energie přeměňuje mechanickou práci proudícího chladicího média na elektrickou energii. Získanou elektrickou energii je možné dále s výhodou využít v chladicím okruhu pro pohon kompresoru, v takovém případě je generátor elektrické energie spojen elektrickým vodičem s elektromotorem pohánějícím kompresor. Případně je možné elektrickou energii odvést a využít i mimo chladicí okruh, např. pro napájení technologií nebo zařízení umístěných v objektu, kde se používá výše uvedený chladicí systém.

Při průchodu kapalného chladicího média turbínou s generátorem elektrické energie dojde jednak k prudkému poklesu tlaku a jednak zde dochází k odvodu tepla do okolí a ochlazení chladicího média. Turbína s generátorem elektrické energie tedy přebírá funkce výměníku tepla i škrticího prostředku tak, jak je známo ze stávajících chladicích okruhů. Skutečnost, že je chladicí médium ochlazeno na lopatkách turbíny, umožňuje vynechat v chladicím okruhu standardně používaný samostatný tepelný výměník. Odstranění tepelného výměníku přináší několik výhod, především nižší výrobní náklady a úspornější zástavbové prostory. Další výhodou odstranění tepelného výměníku je zvýšení spolehlivosti chladicího okruhu, přičemž není nutné provádět údržbu vynechaného tepelného výměníku. V případech, kdy jsou požadavky na ochlazení chladicího média vyšší, může být ale přeci jen výhodné provedení s doplňkovým tepelným výměníkem připojeným do chladicího okruhu dle tohoto vynálezu, mezi kompresor a turbínu s generátorem elektrické energie.

Výhodné je použití plynu s vysokým tlakovým spádem jako chladicího média, například CO_2 . V takovém případě dochází při škrcení k předání většího množství práce a tím k výrobě více elektrické energie generátorem.

Propojovacími prvky mezi jednotlivými komponentami jsou například běžně používané vysokopevnostní trubky, pancéřované hadice nebo vysokopevnostní trubky v kombinaci s pancéřovými hadicemi.

Kompresor může být použit například pístový nebo šnekový. Kompresor je napájen z externího zdroje, ve výhodném provedení je ale dále elektricky spojen s generátorem elektrické energie turbíny, která využívá energii produkovanou generátorem elektrické energie, čímž je dosaženo vyšší účinnosti oběhu. Kompresor pak odebírá z externího zdroje méně elektrické energie a nespornou výhodou zařízení je, že je celková provozně energetická náročnost chladicího okruhu snížena.

35 Objasnění výkresů

Obr. 1 schematicky vyobrazuje chladicí okruh známý ze stavu techniky tvořený kompresorem, škrticím prostředkem, tepelným výměníkem a výparníkem.

Obr. 2 schematicky vyobrazuje chladicí okruh pro oběh chladicího média, který je předmětem vynálezu a sestává z výparníku, turbíny s generátorem a kompresoru.

Obr. 3 schematicky vyobrazuje chladicí okruh pro oběh chladicího média, který je předmětem vynálezu a sestává z výparníku, turbíny s generátorem, kompresoru a tepelného výměníku.

Obr. 4 schematicky vyobrazuje příkladné provedení turbíny s generátorem umístěné v chladicím okruhu pro oběh chladicího média.

50 Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je pro ilustraci schematicky znázorněn typický chladicí okruh pro oběh chladicího média známý ze stavu techniky, tvořený kompresorem 9, tepelným výměníkem 10, škrticím prostředkem 11 a výparníkem 13 pro přívod tepla do chladicího média, které jsou mezi sebou v tom-

to pořadí spojeny vysokopevnostními trubkami 12. Ve výparníku 13 pro přívod tepla do chladicího média dochází k přenosu tepla z okolí do chladicího média, jak naznačuje směr 14 toku tepla do chladicího média. V tepelném výměníku 10 dochází naopak k odvodu tepla z chladicího média do okolí a tím k ochlazení chladicího média, jak naznačuje směr 15 toku tepla z chladicího média. Chladicí médium cirkuluje ve směru naznačeném na obr. 1, viz směr 16 proudění stlačeného chladicího média vystupujícího z kompresoru 9, nebo směr 17 proudění expandovaného chladicího média vystupujícího ze škrticího prostředku 11.

Příkladné provedení vynálezu vysokotlakého chladicího okruhu pro oběh chladicího média je popsáno níže a schematicky vyobrazeno na obr. 2. Vysokotlaký chladicí okruh sestává z kompresoru 9, turbíny 18 s generátorem elektrické energie a výparníku 13 pro přívod tepla do chladicího média. Příkladné provedení je uspořádáno tak, že jednotlivé komponenty jsou pro zajištění oběhu chladicího média spolu spojeny například běžně používanými vysokopevnostními trubkami 12, pancéřovanými hadicemi, nebo vysokopevnostními trubkami 12 v kombinaci s pancéřovanými hadicemi. Kompressor 9 je svým výstupem chladicího média spojen se vstupem turbíny 18 s generátorem elektrické energie a ta je dále spojena svým výstupem se vstupem výparníku 13 pro přívod tepla do chladicího média, který je dále svým výstupem spojen se vstupem kompresoru 9. Elektromotor kompresoru 9 je dále spojen elektrickým vodičem 19 s externím zdrojem elektrické energie, který se stará o jeho napájení. Generátor elektrické energie je také elektricky spojen s elektromotorem pohánějícím kompressor 9, což umožňuje převést část energie získané při škrcení zpět pro napájení elektromotoru kompresoru 9. Chladicím médiem může být například CO₂ nebo jiný plyn s dostatečným tlakovým spádem. Jako kompressor 9 může být použit například pístový nebo šnekový kompressor. Kompressor izoentropicky stlačí chladicí médium a odvede jej ve směru 16 oběhu stlačeného chladicího média do turbíny 18 s generátorem elektrické energie, kde je chladicí médium škrceno a dochází zde k odvodu tepla do okolí a ochlazení chladicího média, jak naznačuje směr 15 tepelného proudění z chladicího média. Z turbíny 18 s generátorem elektrické energie chladicí médium pokračuje dále ve směru 17 oběhu expandovaného chladicího média do výparníku 13 pro přívod tepla do chladicího média, kde dochází k přenosu tepla z okolí do chladicího média, jak naznačuje směr 14 toku tepla do chladicího média. Výparník 13 pro přívod tepla do chladicího média je spojen s kompresorem 9, kde se celý cyklus oběhu chladicího média začíná opakovat.

Turbína 18 s generátorem elektrické energie v příkladném provedení může být uspořádána, jak je schematicky znázorněno na obr. 4. Turbína 18 s generátorem je z obou stran připojena do okruhu pomocí vysokopevnostních trubek 12, kde vnitřní plocha 1 vysokopevnostní trubky navazuje na vnitřní plochu těla turbíny s integrovaným statorem 2. Alternativně lze použít namísto vysokopevnostní trubky 12 pancéřované hadice. Rotační člen turbíny 18 s generátorem je rotačně uložen pomocí magnetických ložisek 3. Provedení rotačního členu turbíny 18 s generátorem je v tomto příkladném provedení řešeno umístěním kontinuální lopatky 5 ve tvaru spirály na nosnou osu 4 rotačního členu turbíny 18 s rotorem generátorem. Odborníkovi znalému této oblasti techniky jsou zřejmá další volitelná alternativní provedení lopatek rotačního členu turbíny 18 s generátorem, uložení nosné osy a tvaru těla turbíny. Na obr. 4 je dále naznačen vývod 6 pro odběr elektrické energie generované turbínou 18 s generátorem. Dále je na obrázku vyznačen směr 7 přívodu chladicího média a směr 8 odvodu chladicího média v turbíně 18 s generátorem. Tělo turbíny 18 s generátorem je dále uzpůsobeno k odvodu tepla z chladicího okruhu. Odborníkovi znalému této oblasti techniky je jasné, že uzpůsobení těla turbíny k odvodu tepla lze provést mnoha variantami zvětšení teplosměnného povrchu, například žebrováním, vhodně tvarovanými plochami a také vhodnou volbou materiálu těla turbíny 18 s generátorem. Generátor elektrické energie je elektricky spojen s pohonem kompresoru 9 a umožňuje přenést část energie získané při škrcení zpět do kompresoru 9. Tím je dosaženo vyšší účinnosti oběhu, jelikož kompressor odebírá z externího zdroje méně elektrické energie. Chladicí médium je ochlazen na lopatkách 5 turbíny, což umožňuje vynechat v chladicím okruhu standardně používaný tepelný výměník 10. Energie chladicího média je z generátoru elektrické energie předávána ve formě elektrické energie kompresoru 9.

Další příkladné provedení vynálezu chladicího okruhu pro oběh chladicího média je popsáno níže a schematicky znázorněno na obr. 3. Vysokotlaký chladicí okruh dle tohoto provedení sestává z kompresoru 9, tepelného výměníku 10, turbíny 18 s generátorem elektrické energie a výparníku 13 pro přívod tepla do chladicího média. Příkladné provedení je uspořádáno tak, že jednotlivé
 5 komponenty jsou spolu spojeny například běžně používanými vysokopevnostními trubkami 12, pancéřovanými hadicemi, nebo vysoko pevnostními trubkami 12 v kombinaci s pancéřovanými hadicemi. Kompresor 9 je svým výstupem mechanicky spojen se vstupem tepelného výměníku 10, tepelný výměník 10 je dále svým výstupem spojen se vstupem turbíny 18 s generátorem elektrické energie, a ta je dále spojena svým výstupem se vstupem výparníku 13 pro odvod tepla
 10 z chladicího média, který je dále svým výstupem spojen se vstupem kompresoru 9. I v tomto případě je generátor elektrické energie elektricky spojen s elektromotorem pohánějícím kompresor 9, což umožňuje převést část energie získané při škrcení zpět pro napájení elektromotoru kompresoru 9. Alespoň pro svůj rozběh je elektromotor kompresoru 9 dále spojen elektrickým vodičem 19 s externím zdrojem elektrické energie, po rozběhu je pak elektromotor kompresoru 9
 15 napájen generátorem elektrické energie. Chladicím médiem může být například CO₂ nebo jiný plyn s dostatečným tlakovým spádem. Jako kompresor 9 může být použit například pístový nebo šnekový kompresor. Ten izoentropicky stlačí chladicí médium a odvede jej do tepelného výměníku 10. Zde probíhá izobarické ochlazování chladicího média. Chladicí médium dále postupuje do turbíny 18 s generátorem a skrze turbínu 18 s generátorem do výparníku 13 pro přívod tepla
 20 do chladicího média. Výparník 13 pro přívod tepla do chladicího média je spojen s kompresorem 9, kde se celý cyklus oběhu chladicího média začíná opakovat.

Turbína má v sobě zakombinován generátor elektrické energie a může být uspořádána stejně nebo obdobně jako v přecházejícím provedení a jak je znázorněno na obr. 4. Odvedení části
 25 energie chladicího média turbínou 18 s generátorem elektrické energie umožňuje dále snížit rozměry tepelného výměníku 10, jelikož je část tohoto tepla přeměněna na elektrickou energii. Část energie se ztrácí a je převedena na teplo odváděné z turbíny do okolí. Zmenšení rozměrů tepelného výměníku 10 přináší několik výhod, především nižší výrobní náklady, ale také úspornější
 30 zástavbové prostory.

Dalším příkladným provedením je využití řešení pro zvýšení účinnosti stávajících chladicích systémů. Do stávajícího chladicího okruhu pro oběh chladicího média je přidána turbína 18
 35 s generátorem namísto stávajícího škrticího prostředku 11 a generátor je elektricky spojen s pohonem kompresoru 9. Toto vylepšené řešení zvyšuje účinnost stávajícího chladicího systému.

Dalším příkladným provedením je repasování stávajícího chladicího okruhu pro oběh chladicího média, kdy je z okruhu odstraněn tepelný výměník. Do stávajícího chladicího okruhu je dále přidána škrticí turbína 18 s generátorem elektricky spojeným s pohonem kompresoru 9 namísto
 40 stávajícího škrticího prostředku. U některých chladicích okruhů je z důvodu použití vyšších tlaků nutno vyměnit také část spojovacích částí. Funkce a uspořádání jednotlivých komponent jsou stejné jako v příkladných provedeních výše.

Výše uvedená příkladná provedení lze s výhodou doplnit o ventilátory umístěné v prostoru výparníku 13, v prostoru u turbíny 18 s generátorem elektrické energie nebo v obou uvedených
 45 prostorech. V případě, kdy je chladicí okruh opatřen tepelným výměníkem 10 může být umístěn ventilátor i v prostoru u tepelného výměníku 10. Zvýšením cirkulace vzduchu pomocí ventilátorů lze docílit dalšího zvýšení chladicího faktoru.

Příkladem použití vynálezu může být například venkovní klimatizační jednotka pro klimatizace
 50 vnitřního prostoru obytné budovy. V příkladném provedení je využito pouze horké páry a chladicí okruh je opatřen tepelným výměníkem 10.

Příkladné návrhové parametry chladicího okruhu pro oběh chladicího média v klimatizační jednotce vnitřního prostoru obytné budovy jsou uvedeny v tabulce 1. Tabulka 1 níže představuje
 55 hodnoty klimatizační jednotky s chladicím okruhem, kde chladicím médiem je CO₂, a chladicí

okruh sestává z kompresoru 9, tepelného výměníku 10, výparníku 13 a škrticího prostředku bez možnosti generování elektrické energie.

- 5 Tabulka 1: Chladicí výkon 9,4 kW při vypařovací teplotě -10 °C, chladicí faktor v rozmezí 1,64.

Parametr	Značka	Hodnota	Jednotka
Tlakový spád	Δp	100 - 75	[bar]
Chladicí výkon	Q_{od}	9,2	[kW]
Příkon	W	5,61	[kW]
Chladicí faktor	f	1,64	[-]
Hmotnostní tok	q_m	171	[kg/hod]
Energie pro tlakový spád	$E \cdot m^{-1}$	10	[kJ/kg]

- 10 Hodnoty uvedené v tabulce 1 jsou vstupními hodnotami pro výpočet chladicího faktoru a chladicího výkonu klimatizační jednotky s chladicím okruhem, kde chladicím médiem je CO₂, a chladicí okruh sestává z kompresoru 9, tepelného výměníku 10, výparníku 13 a škrticí turbíny 18 s generátorem.

Při vnitřní účinnosti turbíny 18 s generátorem 80 % a výkonu turbíny (P_t) 1,4 kW se získá hodnota získané energie (E_z) dle následujícího výpočtu:

- 15 $E_z = q_m \cdot E \cdot m^{-1} \cdot 0,8 = 171 \cdot 10 \cdot 0,8 = 1368 \text{ kW}$

a dojde v tomto příkladném provedení k navýšení chladicího výkonu o 11 %.

Chladicí faktor pro chladicí zařízení s turbínou 18 s generátorem (f_{tg}) se vypočte dle vztahu:

$$f_{tg} = Q_{od} \cdot 1,11 \cdot (W - P_t) - 1 = 9,2 \cdot 1,11 \cdot (5,61 - 1,4) - 1 = 2,42$$

- 20 Navýšením chladicího výkonu a výrobou energie bude chladicí faktor navýšen o 31 %.

Příkladem použití vynálezu je dále venkovní klimatizační jednotka pro klimatizace vnitřního prostoru obytné budovy. V příkladném provedení je využito mokré páry a chladicí okruh je bez tepelného výměníku.

25

Příkladné návrhové parametry chladicího okruhu v klimatizační jednotce vnitřního prostoru obytné budovy jsou uvedeny v tabulce 2.

- 30 Tabulka 2:

Parametr	Značka	Hodnota	Jednotka
Tlakový spád	Δp	100 - 75	[bar]
Chladicí výkon	Q_{od}	9,2	[kW]
Příkon	W	5,61	[kW]
Chladicí faktor	f	1,64	[-]
Hmotnostní tok	q_m	171	[kg/hod]
Energie pro tlakový spád	$E \cdot m^{-1}$	31	[kJ/kg]

Při vnitřní účinnosti turbíny 18 s generátorem 60 % a výkonu turbíny (P_t) 3,18 kW se získá hodnota získané energie (E_z) dle následujícího výpočtu:

- 35 $E_z = q_m \cdot E \cdot m^{-1} \cdot 0,8 = 171 \cdot 31 \cdot 0,8 = 3180 \text{ kW}$

a dojde v tomto příkladném provedení k navýšení chladicího výkonu o 35 %.

Chladicí faktor pro chladicí zařízení s turbínou 18 s generátorem (ftg) se vypočte dle vztahu:

$$ftg = Q_{od} \cdot 1,35 \cdot (W - Pt) - 1 = 9,2 \cdot 1,35 \cdot (5,61 - 3,18) - 1 = 5,1$$

Navýšením chladicího výkonu a výrobou energie bude chladicí faktor navýšen o 67 %.

5

Průmyslová využitelnost

Vynález lze využít v chladicích jednotkách mrazíren, mrazniček, lednic, při chlazení v průmyslové výrobě, v klimatizačních jednotkách hal, obchodních center, kancelářských, nebo obytných budov, dále v klimatizačních jednotkách dopravních prostředků, jako jsou autobusy, lodě, automobily, tramvaje, vlaky, nebo letadla.

15

PATENTOVÉ NÁROKY

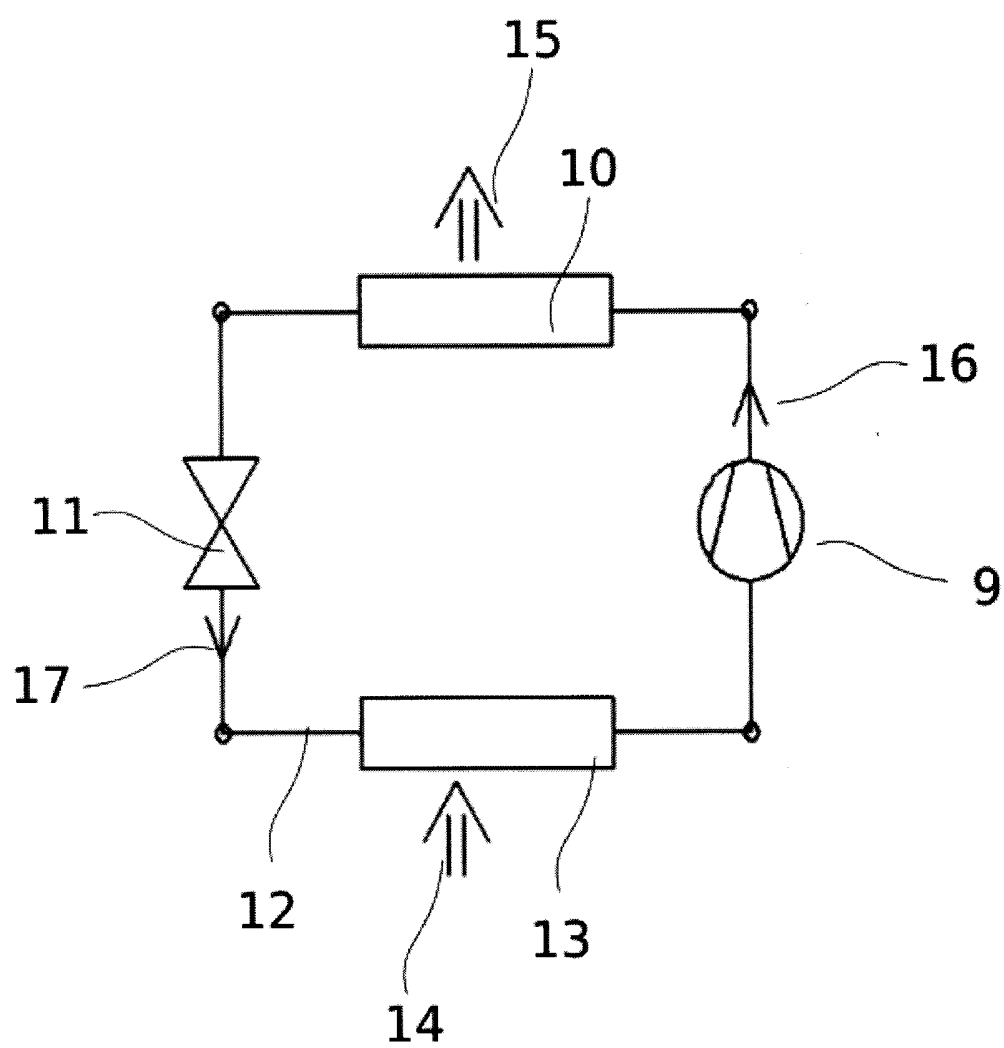
1. Chladicí okruh pro oběh chladicího média, **vyznačující se tím**, že sestává z kompresoru (9), který je svým výstupem mechanicky spojen se vstupem turbíny (18) s generátorem elektrické energie, a že turbína (18) s generátorem elektrické energie ta je dále spojena svým výstupem se vstupem výparníku (13) pro přívod tepla do chladicího média, který je dále svým výstupem spojen se vstupem kompresoru (9).
2. Chladicí okruh podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mezi kompresorem (9) a turbínou (18) s generátorem elektrické energie je zapojen tepelný výměník (10).
3. Chladicí okruh podle kteréhokoli z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že generátor elektrické energie je spojen elektrickým vodičem (19) s elektromotorem pohánějícím kompresor (9).
4. Chladicí okruh podle kteréhokoli z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že chladicím médiem je plyn s vysokým tlakovým spádem, například CO₂.

35

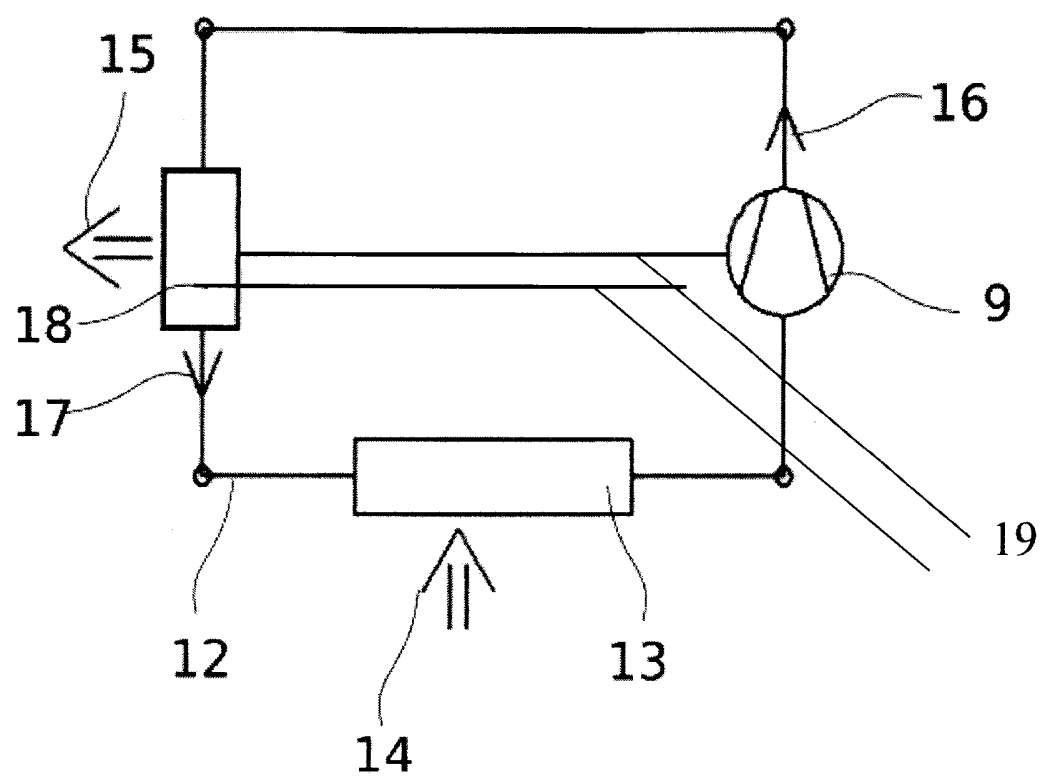
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

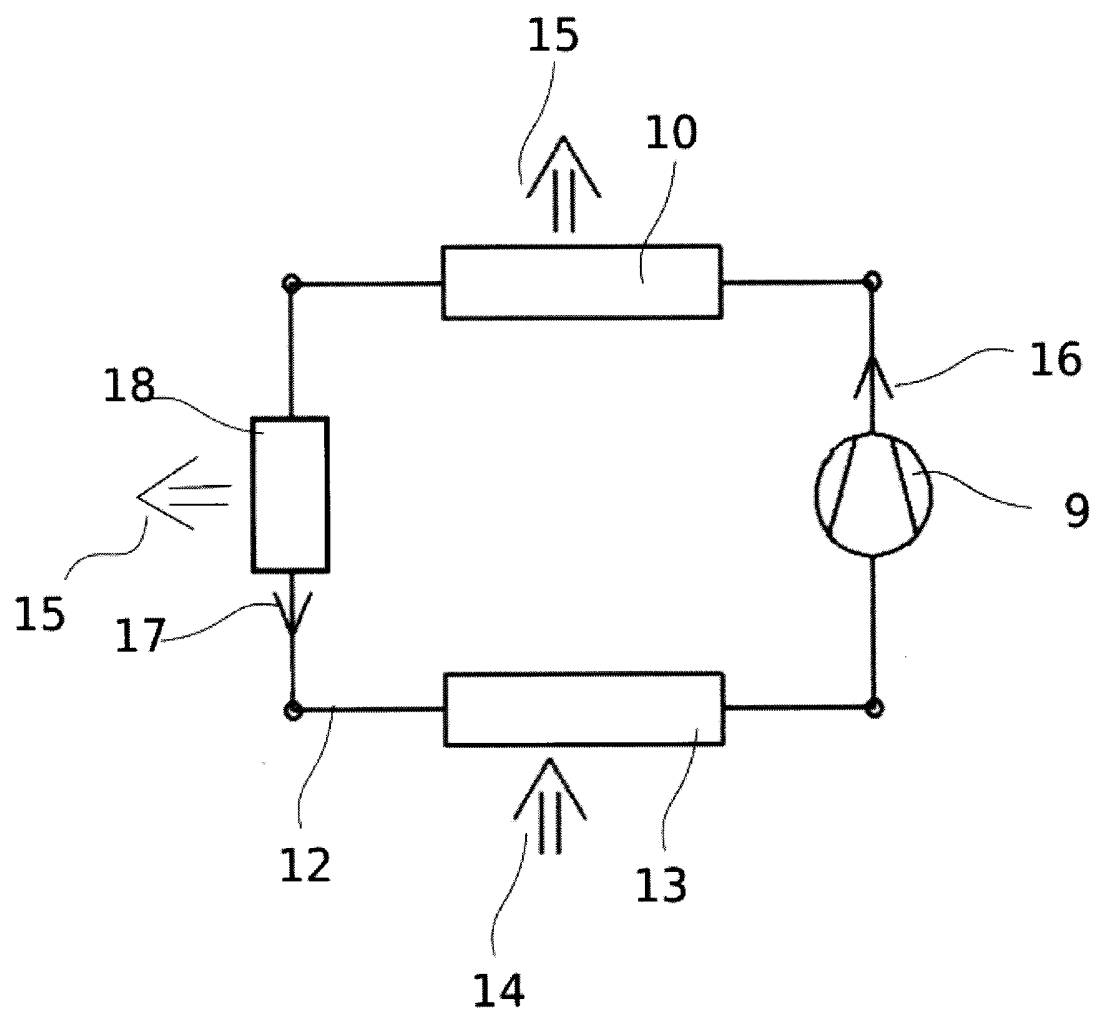
- | | |
|----|--|
| | 1 – vnitřní plocha vysokopevnostní trubky |
| | 2 – stator |
| 5 | 3 – magnetické ložisko |
| | 4 – nosná osa rotačního členu turbíny s rotorem generátoru |
| | 5 – lopatka |
| | 6 – vývod pro odběr elektrické energie generované turbínou s generátorem |
| | 7 – směr přívodu chladicího média |
| 10 | 8 – směr odvodu chladicího média |
| | 9 – kompresor |
| | 10 – tepelný výměník |
| | 11 – škrticí prostředek |
| | 12 – vysokopevnostní trubka |
| 15 | 13 – výparník pro přívod tepla do chladicího média |
| | 14 – směr toku tepla do chladicího média |
| | 15 – směr toku tepla z chladicího média |
| | 16 – směr proudění stlačeného chladicího média |
| | 17 – směr proudění expandovaného chladicího média |
| 20 | 18 – turbína s generátorem |



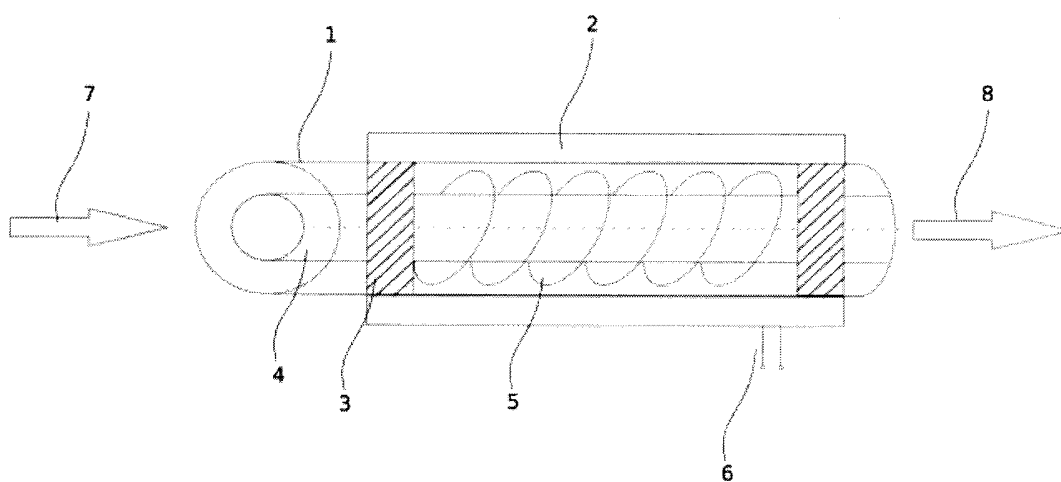
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

5

Konec dokumentu
