

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

304 409

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F01K 23/10 (2006.01)

F01D 13/02 (2006.01)

F01K 27/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-295**
(22) Přihlášeno: **22.04.2013**
(40) Zveřejněno: **16.04.2014**
(Věstník č. 16/2014)
(47) Uděleno: **05.03.2014**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **16.04.2014**
(Věstník č. 16/2014)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 20070340 A; 69952; 69953; 69954; 69955.

(73) Majitel patentu:
VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s.,
Ostrava-Vítkovice, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Ladislav Vilimec, Ostrava - Hrabůvka, CZ
Ing. Jaroslav Konvička, Frýdek-Místek, CZ
Ing. David Konderla, Bystřice, CZ

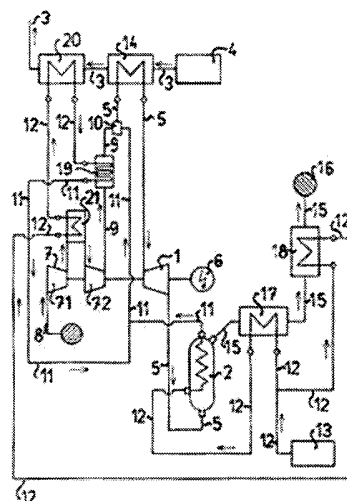
(74) Zástupce:
Ing. Iva Rylková, Polská 1525, 708 00 Ostrava -
Poruba

(54) Název vynálezu:

**Energetický zdroj s paroplynovou turbínou
a parogenerátorem**

(57) Anotace:

Energetický zdroj má parní potrubí (11) do směšovače (10) přivedeno z parogenerátoru (2), jehož paroplynový vstup je připojen na paroplynové potrubí (5) vyvedené z paroplynové turbíny (1). Vodní potrubí (12) je opatřeno prvním vodním ohřívákem (17) připojeným za parogenerátorem (2) na odfukovém potrubí (15). Na výtlačném potrubí (9) z kompresoru (7) je s výhodou připojen průtočný odpařovač (19) pro přídavnou výrobu páry. Vodní potrubí (12) je případně opatřeno druhým vodním ohřívákem (18) situovaným na odfukovém potrubí (15) a spalínovým chladičem (20), pro předehřev odpařované vody, situovaným na spalínovém potrubí (3). Kompresor (7) rozdělený do stupňů (71, 72) má mezi jednotlivými stupni (71, 72) připojen mezichladič (21), připojený k vodnímu potrubí (12).



CZ 304409 B6

Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem

Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti energetiky. Je vyřešen energetický zdroj tvořený okruhem pro připojení na zdroj horkých odpadních plynů, například na spalovací motor. Okruh zahrnuje paroplynovou turbínu s nepřímým ohřevem a parogenerátor, uspořádané pro zajištění rychlého najíždění systému a získání zdroje pro vysoce efektivní výrobu páry, sloužící pro výrobu horké paroplynové směsi dodávané jako pracovní médium do paroplynové turbíny.

10

Dosavadní stav techniky

15

V současné době se v energetice běžně využívají energetické okruhy s plynovou turbínou, jejímž pracovním médiem je paroplynová směs. Paroplynová směs pro turbínu se zpravidla vyrábí v rámci okruhu, v němž je za tímto účelem zabudován alespoň jeden směšovač pro smísení páry a plynu. Pro dodávání plynu je na směšovač připojen kompresor pro přípravu stlačeného plynu, přičemž jako plyn se používá vzduch nebo jiné vhodné plynné médium, například CO_2 nebo směs plynů. Pro zásobování párou bývá okruh opatřen parním přívodem z vnějšího zdroje, například z výparníku kotle spalujícího fosilní, případně alternativní, palivo, nebo přímo v okruhu zabudovaným vlastním generátorem páry, například vstřikovým generátorem páry. Generátor páry má zpravidla připojeno vodní potrubí pro přívod vody od vodního zdroje, sloužící k výrobě páry a na ně navazující parní potrubí pro odvod vyvíjené páry. Generátor má dále přírodní a odvodní potrubí pro topné médium, kterým může být například paroplynová směs. V některých případech je připojeno odvodní potrubí pro odvod kondenzátu.

20

25

Kupříkladu CZ PV 2007-340 popisuje energetický okruh s paroplynovou turbínou, kde je teplo paroplynové směsi využito k výrobě další energie pomocí připojeného parního Rankinova-Clausiova oběhu. Teplo paroplynové směsi opouštějící paroplynovou turbínu je tady využito pro výrobu páry, již je zásobována k okruhu připojená další turbína, a to parní turbína. V případě předvedeném na Obr. 1 tohoto spisu je na paroplynový výstup paroplynové turbíny připojen parní generátor. Ten má parní výstup připojen na parní vstup parní turbíny, takže pára z parogenerátoru proudí do parní turbíny sloužící k výrobě elektřiny. Parogenerátor má odvod kondenzátu, vznikajícího ochlazením z paroplynové směsi, zaústěn do nádrže, za níž je připojeno čerpadlo, které je potrubím připojené k výparníku spalovací komory, kde je kondenzát ohříván spaliny za vzniku páry, která je pak přivedena do směšovače. Směšovač má připojen kompresor, připojený na sací potrubí a mechanicky spřažený s paroplynovou turbínou. Pomocí tohoto směšovače se mísí pára se vzduchem, případně jiným plynem, dodávaným kompresorem a vzniklá paroplynová směs se poté dohřeje spaliny a přivádí se do paroplynové turbíny. Parogenerátor má také paroplynový výstup, kam odchází zbytková směs plynu s párou, kde tento paroplynový výstup je vyústěn do odfukového potrubí. U tohoto okruhu tedy pára vyráběná v parogenerátoru není využita pro směšovač, nýbrž pro připojení další, parní turbíny, přičemž pro směšovač se pára vyrábí z kondenzátu, jeho ohřevem ve spalovací komoře. Podobně je tomu i v příkladu předvedeném na Obr. 3 a Obr. 7 spisu CZ PV 2007-340. Na Obr. 2 a Obr. 5 výše uvedeného spisu je generátor páry pro vytvoření paroplynové směsi proveden jako vstřikový generátor. Energetický okruh obsahuje celkem dva vstřikové generátory paroplynové směsi. První vstřikový generátor paroplynové směsi je připojen na potrubí, připojené na kompresor, a kromě toho je připojen na vodní potrubí, připojené na vodní zdroj. Vodní zdroj zde představuje vodní nádrž s čerpadlem. Druhý vstřikový generátor paroplynové směsi má připojeno paroplynové potrubí a vodní potrubí, připojené na vodní nádrž s čerpadlem. Paroplynová směs se vytvoří v prvním vstřikovém parogenerátoru vstřikem vody, tvořené kondenzátem, do plynu dodávaného kompresorem. Ve druhém vstřikovém parogenerátoru, který je umístěn za rekuperačním ohřívákem, se paroplynová směs vytvoří vstřikem vody do již částečně ohřáté paroplynové směsi.

55

Nevýhodou výše uvedeného zařízení je, že paroplynovou směs nelze připravit od startu plynové turbíny, ale až po určité době, od určité fáze najíždění, ve které teplota ochlazovaného plynu nebo paroplynové směsi v místě vstřiku chladicí kapaliny bude po ochlazení o potřebnou hodnotu vyšší, než je saturační teplota při okamžitých parametrech ochlazovaného plynu nebo paroplynové směsi. Další nevýhodou je, že pro zajištění požadované výroby páry jsou zapotřebí dva vstřikovací parogenerátory, regenerační výměník tepla a potřebné spojovací potrubí. Další nevýhodou je, že při ochlazování plynu nebo paroplynové směsi na teplotu blízkou saturační teplotě se veškerá vstříknutá voda neodpaří a zbylá voda se musí ze vstřikovacího zařízení odvádět.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje ve značné míře vynález. Je navržen energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem, tvořený okruhem připojeným na spalínové potrubí vyvedené od spalínového zdroje s produkcí horkých spalin. Okruh zahrnuje alespoň jednu paroplynovou turbínu, jejímž pracovním médiem je paroplynová směs, kde tato paroplynová turbína má paroplynový vstup a paroplynový výstup připojené na paroplynové potrubí, přičemž turbína je mechanicky spřažena s alespoň jedním kompresorem s plynovým vstupem připojeným na sací potrubí, pro dodávku vzduchu nebo jiného plynného média a s plynovým výstupem majícím připojeno výtláčné potrubí, pro tlakové plynné médium. Dále je okruh opatřen alespoň jedním směšovačem pro výrobu paroplynové směsi a alespoň jedním parogenerátorem pro výrobu páry. Směšovač má plynový vstup, jenž je připojen na výtláčné potrubí, a také parní vstup, jenž je připojen na parní potrubí. Jeho výstup je uspořádán jako paroplynový výstup, na nějž je připojeno paroplynové potrubí. Parogenerátor zahrnutý v okruhu má vodní vstup, jenž je připojen na vodní potrubí s přívodem vody od vodního zdroje, paroplynový vstup připojený na paroplynové potrubí, parní výstup, na nějž je připojeno parní potrubí pro odvod vyvíjené páry a paroplynový výstup, na nějž je připojeno paroplynové potrubí pro odvod ochlazené paroplynové směsi. Mezi směšovačem a paroplynovým vstupem paroplynové turbíny se na paroplynovém potrubí nachází alespoň jeden paroplynový ohřívák, mající spalínový vstup a výstup, připojené na spalínové potrubí. Podstata nového řešení spočívá v tom, že parní potrubí směšovače je připojeno k parnímu výstupu z parogenerátoru, majícímu paroplynový vstup připojen na paroplynové potrubí vyvedené od výstupu z paroplynové turbíny.

Navržený okruh je dále dořešen tak, že vodní potrubí je s výhodou opatřeno prvním vodním ohřívákem, pro ohřev vody paroplynovou směsí odváděnou z parogenerátoru, s paroplynovým vstupem připojeným k paroplynovému výstupu z parogenerátoru a paroplynovým výstupem připojeným na odfukové potrubí pro odvod zbytkových plynů z okruhu ven. Tento první vodní ohřívák je pak s výhodou připojen na vodní potrubí kdekoli mezi vodním zdrojem a vodním vstupem parogenerátoru. Vodní zdroj je zvolen v uspořádání umožňujícím přívod upravené vody z vnějšího zařízení, například z nádrže.

Na výtláčném potrubí může být v úseku mezi kompresorem a směšovačem s výhodou připojen průtočný odpařovač, pro přidavnou výrobu páry, s vodním přívodem připojeným na vodní potrubí vyvedené od vodního zdroje a s parním výstupem, propojeným na parogenerátor.

Propojení parního výstupu průtočného odpařovače podle předchozího odstavce na parogenerátor je s výhodou provedeno jako přípoj na parní potrubí, které propojuje parogenerátor se směšovačem.

Mezi průtočným odpařovačem a vodním zdrojem může být vodní potrubí s výhodou opatřeno alespoň jedním druhým vodním ohřívákem, pro předehřev odpařované vody, jehož topným médiem je paroplynová směs. Tento druhý vodní ohřívák je připojen na odfukové potrubí. Má připojen svůj paroplynový vstup k odfukovému potrubí vyvedenému od výstupu z parogenerátoru, přičemž v případě, že na tomto odfukovém potrubí je obsažen první vodní ohřívák, má druhý

vodní ohřívák připojen svůj paroplynový vstup s výhodou k paroplynovému výstupu z prvního vodního ohříváku.

- 5 Na vodním potrubí před průtočným odpařovačem může být s výhodou připojen spalínový chladič, pro předehřev odpařované vody, se spalínovým vstupem, jenž je připojen ke spalínovému výstupu z paroplynového ohříváku.

- 10 Spalínový chladič podle předchozího odstavce má svůj vodní vstup připojen na vodní potrubí vyvedené od vodního zdroje. V případě, že v okruhu je na tomto vodním potrubí zapojen druhý vodní ohřívák, má spalínový chladič svůj vodní vstup s výhodou připojen k vodnímu výstupu z tohoto druhého vodního ohříváku.

- 15 V okruhu může být zařazen plynový kompresor, jenž je rozdělen do alespoň dvou stupňů. V tom případě je s výhodou mezi stupně kompresoru připojen alespoň jeden mezichladič, pro ochlazení kompresorem stlačovaného plynu, přičemž tento mezichladič je připojen k vodnímu potrubí okruhu.

- 20 Mezichladič podle předchozího odstavce má svůj vodní vstup připojen k vodnímu potrubí vyvedenému od vodního zdroje a v případě, že je v okruhu na tomto vodním potrubí zapojen druhý vodní ohřívák, má mezichladič s výhodou svůj vodní vstup připojen k výstupu tohoto druhého vodního ohříváku.

- 25 Mezichladič v alternativách podle předchozích dvou odstavců má svůj vodní výstup s výhodou připojen před vodní vstup průtočného odpařovače. V případě, že je před průtočným odpařovačem na vodním potrubí připojen spalínový chladič, tak má mezichladič svůj vodní výstup s výhodou připojen k vodnímu vstupu tohoto spalínového chladiče.

- 30 Vynález se využije zejména u energetického cyklu plynové turbíny s nepřímým ohřevem podle patentové přihlášky CZ PV 2007-340 a u Integrovaného energetického zdroje s využitím odpadního tepla podle patentové přihlášky CZ PV 2012-574 a užitého vzoru CZ U 24440.

Přehled obrázků na výkresech

- 35 Vynález je objasněn pomocí výkresů, kde znázorňují Obr. 1 nejjednodušší provedení vynálezu popsané v prvním příkladu provedení, Obr. 2 okruh navíc s prvním vodním ohřívákem, popsaný v druhém příkladu provedení, Obr. 3 okruh se dvěma vodními ohříváky a průtočným odpařovačem, popsaný ve třetím příkladu provedení, Obr. 4 okruh navíc se spalínovým chladičem, popsaný ve čtvrtém příkladu provedení a Obr. 5 okruh s děleným kompresorem a mezichladičem, popsaný v pátém příkladu provedení.
- 40

Příklady provedení vynálezu

45

Příklad 1

Názorným příkladem nejjednoduššího provedení vynálezu je energetický zdroj podle obr. 1.

- 50 Energetický zdroj tvoří okruh, zahrnující alespoň jednu paroplynovou turbínu 1, jejímž pracovním médiem je paroplynová směs, a alespoň jedno zařízení na výrobu páry, parogenerátor 2. Okruh je připojen na spalínové potrubí 3, které je vyvedeno od spalínového zdroje 4 s produkcí horkých spalínových plynů, například od spalovacího motoru nebo hutnické pece. Paroplynová turbína 4 má pro své pracovní médium, kterým je paroplynová směs, paroplynový vstup a paroplynový výstup, které jsou připojeny na paroplynové potrubí 5, přičemž je opatřena elektrickým
- 55

generátorem 6 pro výrobu elektřiny a je mechanicky spřažena s kompresorem 7. Ten má svůj plynový vstup připojen na sací potrubí 8, pro dodávku vzduchu nebo jiného plynného média a na plynový výstup má připojeno výtlačné potrubí 9, pro tlakové plynné médium. Okruh je vybaven směšovačem 10 pro výrobu paroplynové směsi, jenž má dva vstupy, z toho jeden je plynový vstup, připojený na výtlačné potrubí 9 a jeden je parní vstup, připojený na parní potrubí 11, a také má paroplynový výstup, na nějž je připojeno paroplynové potrubí 5. Parogenerátor 2, v uspořádání pro výrobu páry, má vodní vstup, připojený na vodní potrubí 12 s přívodem vody od vodního zdroje 13, například nádrže s upravenou vodou, a dále má paroplynový vstup, připojený na paroplynové potrubí 5, parní výstup, na nějž je připojeno parní potrubí 11 pro odvod vyvíjené páry, a také má paroplynový výstup, na nějž je připojeno odfukové potrubí 15 pro odvod ochlazené paroplynové směsi pryč z okruhu. Mezi směšovačem 10 a paroplynovým vstupem paroplynové turbíny 1 je na paroplynovém potrubí 5 zařazen paroplynový ohřívák 14, mající spalínový vstup a výstup, připojené na spalínové potrubí 3. Parní potrubí 11 zaústěné svým výstupním koncem do směšovače 10 má svůj opačný, vstupní konec, připojen k parnímu výstupu z parogenerátoru 2, a ten má paroplynový vstup připojen na paroplynové potrubí 5, vyvedené od výstupu z paroplynové turbíny 1.

Zdrojem primární energie pro okruh je horký odpadní plyn, například spaliny produkované spalínovým zdrojem 4. Spaliny se spalínovým potrubím 3 přivádí do paroplynového ohříváku 14 a odtud se jako odpadní plyn po ochlazení odvádějí pryč z okruhu. V paroplynovém ohříváku 14 se teplem spalín ohřívá paroplynová směs, přivedená paroplynovým potrubím 5 od směšovače 10, a tento ohřev se provádí až na pracovní teplotu, načež se ohřátá paroplynová směs paroplynovým potrubím 5 odvádí do paroplynové turbíny 1. V paroplynové turbíně 1 dojde k expanzi paroplynové směsi a expandovaná paroplynová směs proudí dále, přes paroplynové potrubí 5 do parogenerátoru 2. Zde dojde k ochlazení na teplosměnné ploše uvnitř parogenerátoru 2, a ochlazená expandovaná paroplynová směs se odfukovým potrubím 15 vypouští přes komín 16 do ovzduší. Ve směšovači 10 se vyrábí paroplynová směs ze vzduchu, který se přivádí výtlačným potrubím 9 z kompresoru 7 paroplynové turbíny 1, a z páry, přiváděné parním potrubím 11 z parogenerátoru 2 pro výrobu páry. Teplem ochlazované paroplynové směsi se v parogenerátoru 2 ohřívá upravená voda přivedená vodním potrubím 12, odpařuje se a vzniklá pára se z parogenerátoru 2 odvádí parním potrubím 11 do směšovače 10. Množství přiváděné upravené vody z vodního zdroje 13, tedy nádrže upravené vody, do parogenerátoru 2, se řídí tak, aby hladina odpařované vody v něm byla stále ve stejné úrovni.

Výhodou uvedeného příkladného provedení je, že velmi brzy po startu paroplynové turbíny 1 se v parogenerátoru 2 začne vyrábět pára a ve směšovači 10 se vytvoří paroplynová směs, takže v celém okruhu bude záhy po startu turbíny 1 pracovním médiem místo vzduchu tato paroplynová směs. Tím se usnadní a zejména urychlí najíždění celého systému. Nevýhodou je, že pro výrobu páry se využije jen část tepla odpadních plynů vystupujících z paroplynové turbíny 1.

Příklad 2

Jiným příkladem provedení vynálezu je energetický zdroj podle Obr. 2.

Zde předvedený okruh se liší od okruhu popsáního v předchozím příkladu tím, že vodní potrubí 12 je opatřeno prvním vodním ohřívákem 17, pro ohřev vody odpadní paroplynovou směsí, zapojeným na odfukovém potrubí 15 parogenerátoru 2. Tento první vodní ohřívák 17 má svůj vstup pro paroplynovou směs připojen k paroplynovému výstupu z parogenerátoru 2. Toto připojení je skutečně buď přímo vzájemným připojením nátrubků, nebo jako na obrázku Obr. 2 prostřednictvím odfukového potrubí 15. Paroplynový výstup prvního ohříváku 17 je připojen prostřednictvím odfukového potrubí 15 na komín 16, tedy na odvod odpadních plynů z okruhu ven. Tento první vodní ohřívák 17 může být připojen na vodní potrubí 12 kdekoliv mezi vodním zdrojem 13, uspořádaným pro přívod upravené vody z vnějšího zařízení, například z nádrže, a mezi vodním vstupem parogenerátoru 2.

Upravená voda z vodního zdroje 13 upravené vody se nejdříve v prvním vodním ohříváku 17 ohřívá na vyšší teplotu, a teprve pak se přivede do parogenerátoru 2.

- 5 Výhodou tohoto provedení je, že se pro výrobu páry využije větší část tepla odpadních plynů vystupujících z paroplynové turbíny 1. Zvýší se tak výroba páry v parogenerátoru 2 i množství páry, přiváděné do směšovače 10. Potřeba vzduchu dodávaného kompresorem 7 se proto sníží, a sníží se tedy i jeho potřebný příkon a zvýší se výroba elektřiny. Nevýhodou je, že v systému přibyl další zařízení, první vodní ohřívák 17.

10

Příklad 3

Dalším příkladem provedení vynálezu je energetický zdroj podle Obr. 3.

15

- Zde předvedený okruh se liší od okruhu popsaného v předchozím příkladu tím, že vodní potrubí 12 je opatřeno navíc ještě druhým vodním ohřívákem 18, pro předehřev odpařované vody odpadní paroplynovou směsí, zapojeným na odfukovém potrubí 15 parogenerátoru 2. Další rozdíl je v tom, že je obsažen navíc ještě i průtočný odpařovač 19 pro přídavnou výrobu páry. Průtočný odpařovač 19 pro přídavnou výrobu páry je připojen na výtlačném potrubí 9, což může být provedeno kdekoli mezi kompresorem 7 a směšovačem 10. Pro přívod vody je průtočný odpařovač 19 vybaven vodním přívodem v podobě vodního potrubí 12, které může být připojeno kdekoli na vodní potrubí 12, vyvedené od vodního zdroje 13 upravované vody, a to mezi vodním zdrojem 13 a prvním vodním ohřívákem 17. Pro páru vyrobenou odpařením z přiváděné vody má průtočný odpařovač 19 parní výstup, propojený na parogenerátor 2. Toto propojení může být provedeno přímo do parního prostoru parogenerátoru 2, nebo ještě výhodněji jak ukazuje obrázek Obr. 3, kde je předvedeno propojení parního výstupu průtočného odpařovače 19 na parogenerátor 2 provedené jako větev parního potrubí 11 připojená na parní potrubí 11 propojující parogenerátor 2 a směšovač 10. Druhý vodní ohřívák 18 má svůj paroplynový vstup připojen k odfukovému potrubí 15 vyvedenému od paroplynového výstupu z parogenerátoru 2. V případě, že je obsažen první vodní ohřívák 17, tak má druhý vodní ohřívák připojen svůj paroplynový vstup k paroplynovému výstupu z tohoto prvního vodního ohříváku 17, což je na obrázku Obr. 3 provedeno prostřednictvím odfukového potrubí 15.

- 35 Průtočný odpařovač 19 i druhý vodní ohřívák 18 jsou zařazeny na vodním potrubí 12. Parogenerátor 2 je stejný, jako v předchozích provedeních.

Alternativně může obdobné zapojení být provedeno bez druhého vodního ohříváku 18, nebo bez průtočného odpařovače 19.

40

- Vodní potrubí 12 přiváděnou upravenou vodu z vodního zdroje 13 upravené vody rozděluje na dvě části. První část se přivádí do prvního vodního ohříváku 17, kde se ohřeje na vyšší teplotu a ohřátá se přivádí do parogenerátoru 2, kde se z ní vyrobí sytá pára. Druhá část přiváděné upravené vody se odvádí do druhého vodního ohříváku 18, kde se nejdříve ohřeje na vyšší teplotu, a pak se přivádí do průtočného odpařovače 19, kde se vyrobí pára, která se smísí se sytou parou z parogenerátoru 2. Do směšovače 10 je tedy přivedena pára vyrobená v parogenerátoru 2 i pára vyrobená v průtočném odpařovači 19. Množství vody přivedené do průtočného odpařovače 19 se reguluje tak, aby na výstupu z něj se získala alespoň sytá pára, případně tak, aby teplota paroplynové směsi na výstupu ze směšovače 10 byla vyšší než je její saturační teplota, a množství vody odebírané z vodního zdroje 13 se reguluje tak, aby se hladina vody v parogenerátoru 2 udržovala na požadované úrovni. Tato regulace platí i pro další zapojení podle obrázků 4 a 5.

- Výhodou tohoto provedení je, že pro výrobu páry se kromě tepla odpadní paroplynové směsi vystupující z paroplynové turbíny 1 využije i část tepla vzduchu, vystupujícího z kompresoru 7, a zvýší se tak množství páry dodávané do směšovače 10. Potřeba vzduchu dodávaného kompre-

55

sorem 7 se proto sníží a sníží se i jeho potřebný příkon. Dále je výhodou i to, že při ochlazení vzduchu za kompresorem 7 se sníží i teplota paroplynové směsi před paroplynovým ohřívákem 14 a tím se zvýší i podíl využitého tepla z odpadních spalín, přiváděných ze spalínového zdroje 4. Nevýhodou je, že v systému přibýlo další zařízení, jímž je druhý vodní ohřívák a průtočný odpařovač 19.

Příklad 4

Dalším příkladem provedení vynálezu je energetický zdroj podle Obr. 4.

Zde předvedený okruh se liší od okruhu popsaného v předchozím příkladu tím, že na vodním potrubí 12 je před průtočným odpařovačem 19 zařazen spalínový chladič 20, pro předehřev odpařované vody spalínami. Spalínový chladič 20 má vodní vstup připojen na vodní potrubí 12 vyvedené od vodního zdroje 13. V případě, že v okruhu je zapojen druhý vodní ohřívák 18, jak ukazuje Obr. 4, má spalínový chladič 20 svůj vodní vstup připojen k vodnímu výstupu z tohoto druhého vodního ohříváku 18. Spalínový chladič 20 je zařazen na spalínovém potrubí 3 za paroplynovým ohřívákem 14.

V porovnání se třetím příkladným provedením podle obr. 3 se druhá část upravené vody nejdříve ohřeje na vyšší teplotu ve druhém vodním ohříváku 18 a vodním potrubím 12 se přivede do spalínového chladiče 20, kde se dále ohřeje odpadním teplem spalín a vede se do průtočného odpařovače 19. V tomto se veškerá přiváděná voda odpaří a vyrobená pára se parním potrubím 11 přivede do parního potrubí 11 propojujícího parogenerátor 2 a směšovač 10, kde se smíchá se sytou parou vyrobenou v parogenerátoru 2. Do směšovače 10 se tedy přivádí pára vyrobená v parogenerátoru 2 i pára vyrobená v průtočném odpařovači 19. Výhodou tohoto provedení je, že pro výrobu páry se kromě tepla odpadní paroplynové směsi vystupující z paroplynové turbíny 1 využije i část tepla vzduchu vystupujícího z kompresoru 7, a také část tepla odpadních spalín vystupujících z paroplynového ohříváku 14. Zvýší se tak množství páry vyrobené v průtočném odpařovači 19, a tedy i dodávka páry do směšovače 10. Potřeba vzduchu dodávaného kompresorem 7 se sníží, a sníží se tak jeho potřebný příkon a zvýší se výroba elektřiny. Nevýhodou je, že v systému přibude další zařízení, jímž je spalínový chladič 20.

Příklad 5

Příkladem nejlepšího provedení vynálezu je energetický zdroj podle Obr. 5.

Zde předvedený okruh se liší od okruhu popsaného v předchozím příkladu tím, že je použit plynový kompresor 7 rozdělený do stupňů 71, 72 a mezi stupni 71, 72 tohoto kompresoru 7 je připojen mezichladič 21 pro ochlazování kompresorem 7 stlačovaného plynu. Mezichladič 21 je připojen k vodnímu potrubí 12. Připojení je provedeno tak, že mezichladič 21 má svůj vodní vstup připojen k vodnímu potrubí 12 vyvedenému od vodního zdroje 13, přičemž v případě, že je obsažen druhý vodní ohřívák 18, jako na Obr. 5, tak má mezichladič 21 vodní vstup připojen k výstupu tohoto druhého vodního ohříváku 18. Vodní výstup mezichladiče 21 je připojen na vodní potrubí 12 zaústěné do vodního vstupu průtočného odpařovače 19. V případě, že je obsažen spalínový chladič 20, jako na Obr. 5, tak má mezichladič 21 připojen svůj vodní výstup k vodnímu vstupu tohoto spalínového chladiče 20. V případě, že by nebyl obsažen spalínový chladič 20, tak je vodní výstup mezichladiče 21 připojen na vodní vstup průtočného odpařovače 19.

V porovnání s příkladným provedením podle obr. 4 se druhá část upravené vody nejdříve ohřeje na vyšší teplotu ve druhém vodním ohříváku 18 a vodním potrubím 12 se přivede do mezichladiče 21, kde se dále ohřeje. Odtud se vede do spalínového chladiče 20, kde se ohřeje teplem spalín. Po ohřátí se vede do průtočného odpařovače 19, v němž se veškerá přiváděná voda odpaří a vyro-

bená pára se parním potrubím přivede do parního potrubí 11, kde se smísí se sytou parou vyrobenou v parogenerátoru 2. Do směšovače 10 je přivedena pára vyrobená v parogenerátoru 2 i pára vyrobená v průtočném odpařovači 19. Výhodou tohoto provedení je, že pro výrobu páry se kromě tepla odpadních plynů vystupujících z paroplynové turbíny 1 využije i část tepla vzduchu mezi stupni 71, 72 kompresoru 7 a zvýší se tak výroba páry v průtočném odpařovači 19, a tedy i množství páry dodávané do směšovače 10. Potřeba vzduchu dodávaného kompresorem 7 se proto sníží a sníží se i jeho potřebný příkon a zvýší se výroba elektřiny. Dále je výhodou i to, že ochlazením vzduchu mezi stupni 71, 72 kompresoru 7 se kompresor 7 přiblíží isotermické kompresi a zvýší se tak jeho účinnost, což se projeví zvýšenou výrobou elektřiny. Nevýhodou je, že v systému přibyl další zařízení, jímž je mezichladič 21.

Alternativně může být u tohoto příkladného provedení použit mezichladič 21 bez zařazeného druhého vodního ohříváku 18 i bez spalínového chladiče 20.

PATENTOVÉ NÁROKY

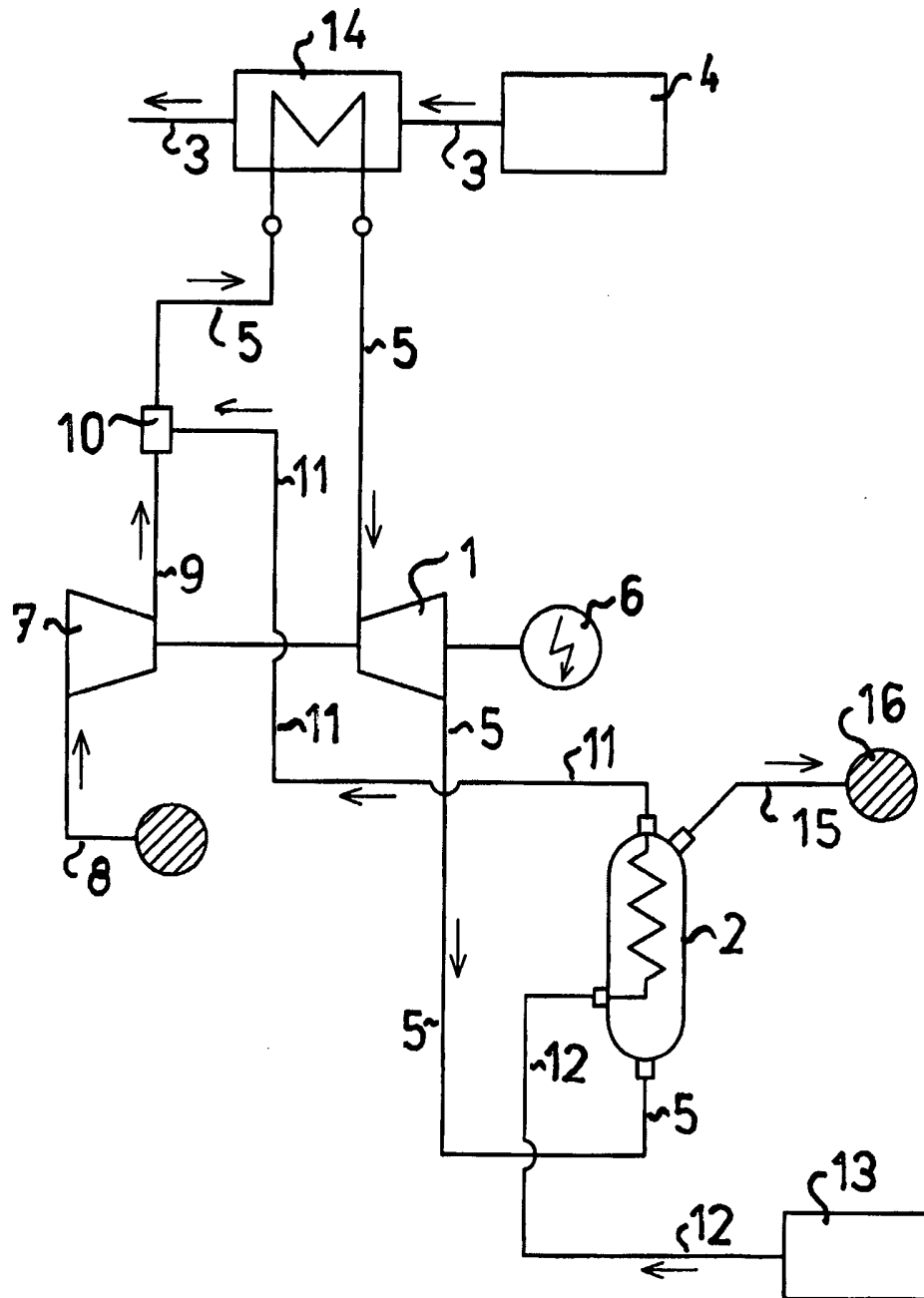
1. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem, mající podobu okruhu připojeného na spalínové potrubí (3) vyvedené od spalínového zdroje (4) s produkcí horkých spalín, kde tento okruh zahrnuje alespoň jednu paroplynovou turbínu (1) jejímž pracovním médiem je paroplynová směs, přičemž tato paroplynová turbína (1) má paroplynový vstup a paroplynový výstup, oba připojené na paroplynové potrubí (5), kde tento okruh zahrnuje také alespoň jeden kompresor (7), mající plynový vstup připojený na sací potrubí (8) pro dodávku vzduchu nebo jiného plynného média a mající plynový výstup na nějž je připojeno výtlačné potrubí (9) pro tlakové plynné médium, a dále je tento okruh opatřen alespoň jedním směšovačem (10) pro výrobu paroplynové směsi a alespoň jedním parogenerátorem (2) pro výrobu páry, z čehož směšovač (10) má dva vstupy, a to plynový vstup připojený na výtlačné potrubí (9) a parní vstup připojený na parní potrubí (11), a také má paroplynový výstup, na nějž je připojeno paroplynové potrubí (5), a z čehož parogenerátor (2) má vodní vstup, připojený na vodní potrubí (12) s přívodem vody od vodního zdroje (13), paroplynový vstup, připojený na paroplynové potrubí (5), parní výstup na nějž je připojeno parní potrubí (11), pro odvod vyvíjené páry a paroplynový výstup, mající připojeno odfukové potrubí (15) pro odvod odpadní paroplynové směsi ze zařízení, přičemž mezi směšovačem (10) a paroplynovým vstupem paroplynové turbíny (1) se na paroplynovém potrubí (5) nachází alespoň jeden paroplynový ohřívák (14) mající spalínový vstup a výstup, připojené na spalínové potrubí (3), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že parní potrubí (11) zaústěné do směšovače (10) je připojeno k parogenerátoru (2), jehož paroplynový vstup je připojen na paroplynové potrubí (5) vyvedené od výstupu z paroplynové turbíny (1).

2. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vodní potrubí (12) je opatřeno prvním vodním ohřívákem (17), pro ohřev vody odpadní paroplynovou směsí odváděnou z parogenerátoru (2), kde tento první vodní ohřívák (17) má paroplynový vstup připojen k paroplynovému výstupu z parogenerátoru (2) a na paroplynový výstup má připojeno odfukové potrubí (15) pro odvod odpadních plynů z okruhu ven, přičemž tento první vodní ohřívák (17) je připojen na vodním potrubí (12) mezi vodním zdrojem (13), například nádrží, uspořádaným pro přívod upravené vody z vnějšího zařízení, a mezi vodním vstupem parogenerátoru (2).

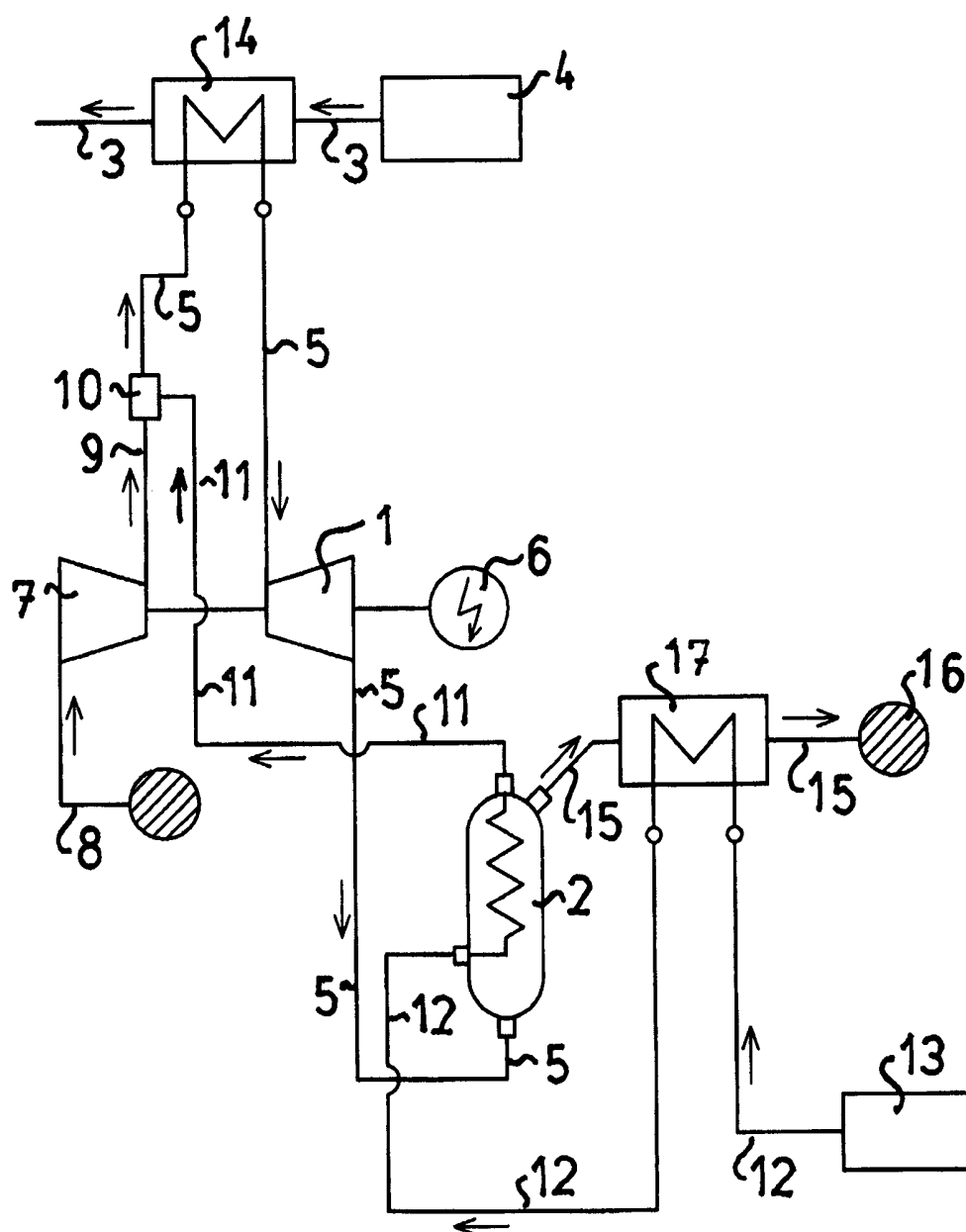
3. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároků 1 a 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že na výtlačném potrubí (9) je mezi kompresorem (7) a směšovačem (10) připojen průtočný odpařovač (19), pro přídavnou výrobu páry, s vodním přívodem připojeným na vodní potrubí (12) vyvedené od vodního zdroje (13) a s parním výstupem, propojeným na parogenerátor (2).

4. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároku 3, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že propojení parního výstupu průtočného odpařovače (19) na parogenerátor (2) je provedeno jako přípoj na parní potrubí (11) propojující parogenerátor (2) se směšovačem (10).
5. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároků 3 a 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že mezi průtočným odpařovačem (19) a vodním zdrojem (13) je vodní potrubí (12) opatřeno alespoň jedním druhým vodním ohřívákem (18), pro předeřev odpařované vody paroplynovou směsí, kde tento druhý vodní ohřívák (18) má připojen svůj paroplynový vstup k odfukovému potrubí (15) vyvedenému od výstupu z parogenerátoru (2) a v případě, že je na tomto odfukovém potrubí (15) zapojen první vodní ohřívák (17), má druhý vodní ohřívák (18) připojen svůj paroplynový vstup k paroplynovému výstupu z tohoto prvního vodního ohříváku (17).
6. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároků 3 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že na vodním potrubí (12) se před průtočným odpařovačem (19) nachází spalínový chladič (20), pro předeřev odpařované vody spalínami, jenž je zapojen na spalínovém potrubí (3), se spalínovým vstupem připojeným ke spalínovému výstupu z paroplynového ohříváku (14).
7. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároku 6, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že spalínový chladič (20) má vodní vstup připojen na vodní potrubí (12) vyvedené od vodního zdroje (13) a v případě, že je na tomto vodním potrubí (12) zapojen druhý vodní ohřívák (18), má spalínový chladič (20) vodní vstup připojen k vodnímu výstupu z tohoto druhého vodního ohříváku (18).
8. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároků 3 až 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v okruhu se nachází plynový kompresor (7) rozdělený do alespoň dvou stupňů (71, 72), kde mezi stupni (71, 72) tohoto kompresoru (7) je připojen alespoň jeden mezichladič (21), pro ochlazování kompresorem (7) stlačovaného plynu, připojený k vodnímu potrubí (12) okruhu.
9. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároku 8, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že mezichladič (21) má svůj vodní vstup připojen k vodnímu potrubí (12) vyvedenému od vodního zdroje (13) a v případě, že je na tomto vodním potrubí zapojen druhý vodní ohřívák (18), má mezichladič (21) svůj vodní vstup připojen k výstupu tohoto druhého vodního ohříváku (18).
10. Energetický zdroj s paroplynovou turbínou a parogenerátorem podle nároků 8 a 9, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že mezichladič (21) má svůj vodní výstup připojen k vodnímu potrubí (12) zaústěnému do vstupu průtočného odpařovače (19) a v případě, že je na vodním potrubí (12) před průtočným odpařovačem (19) obsažen spalínový chladič (20), tak má mezichladič (21) svůj vodní výstup připojen k vodnímu vstupu tohoto spalínového chladiče (20).

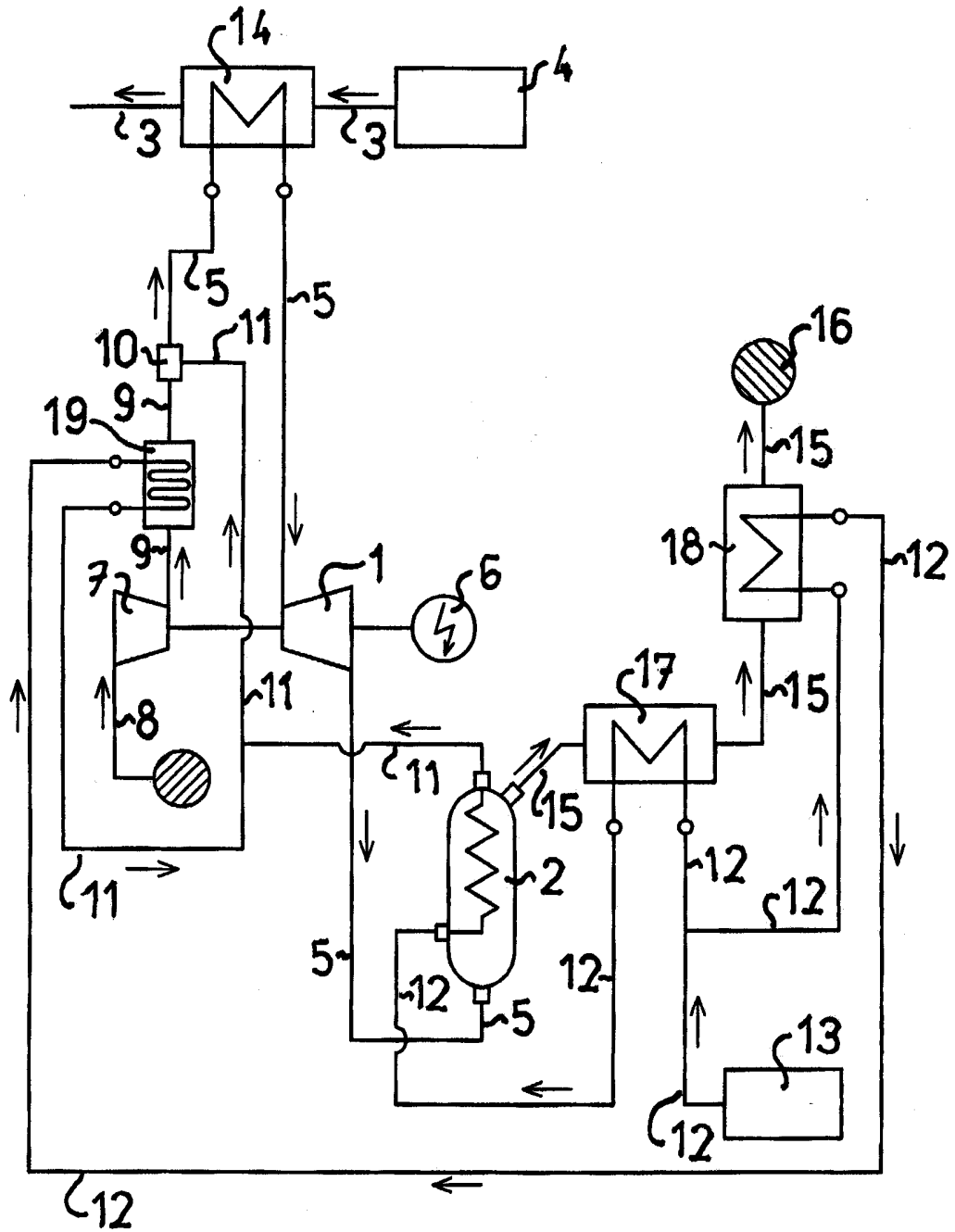
OBR. 1



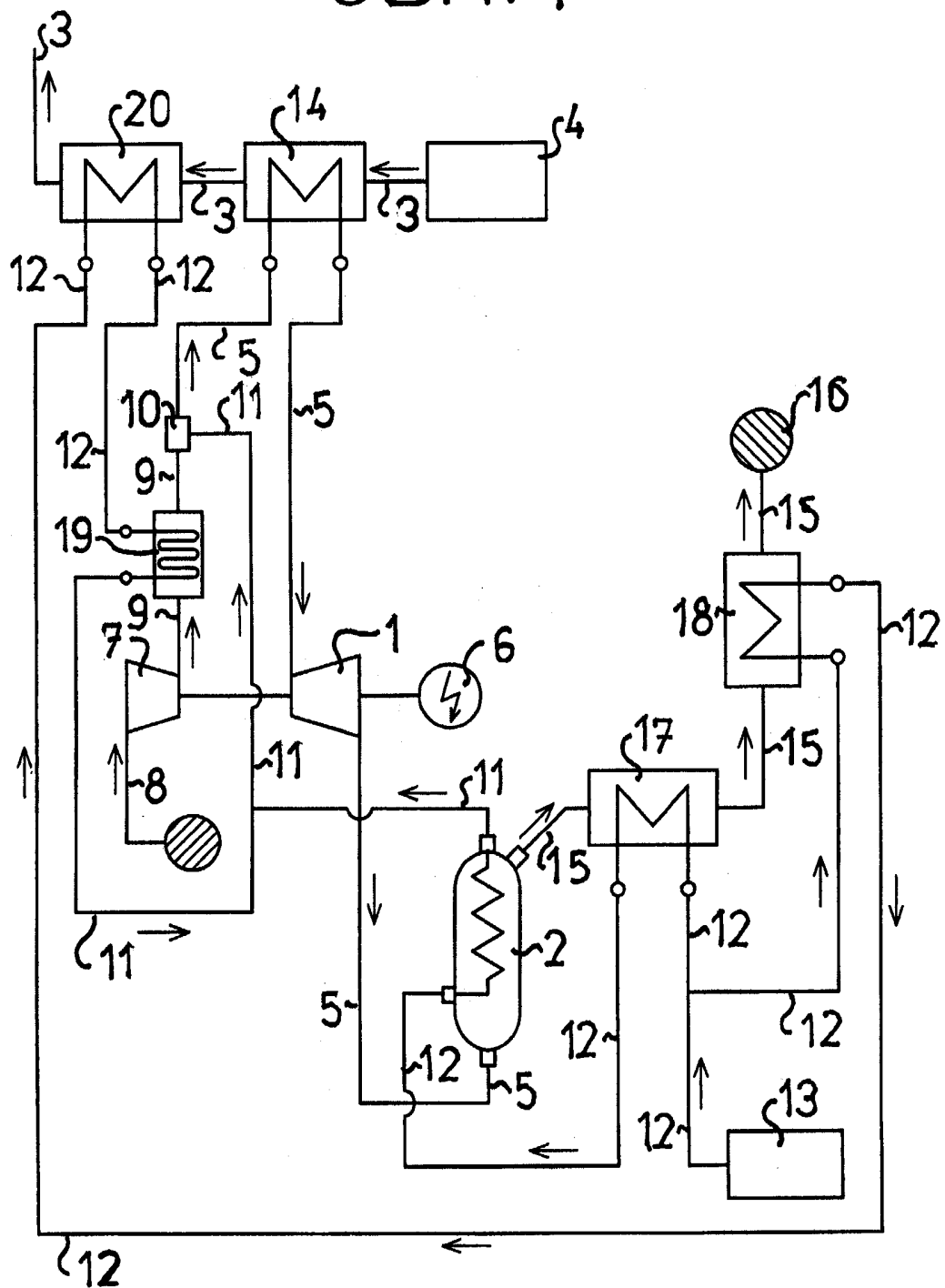
OBR. 2



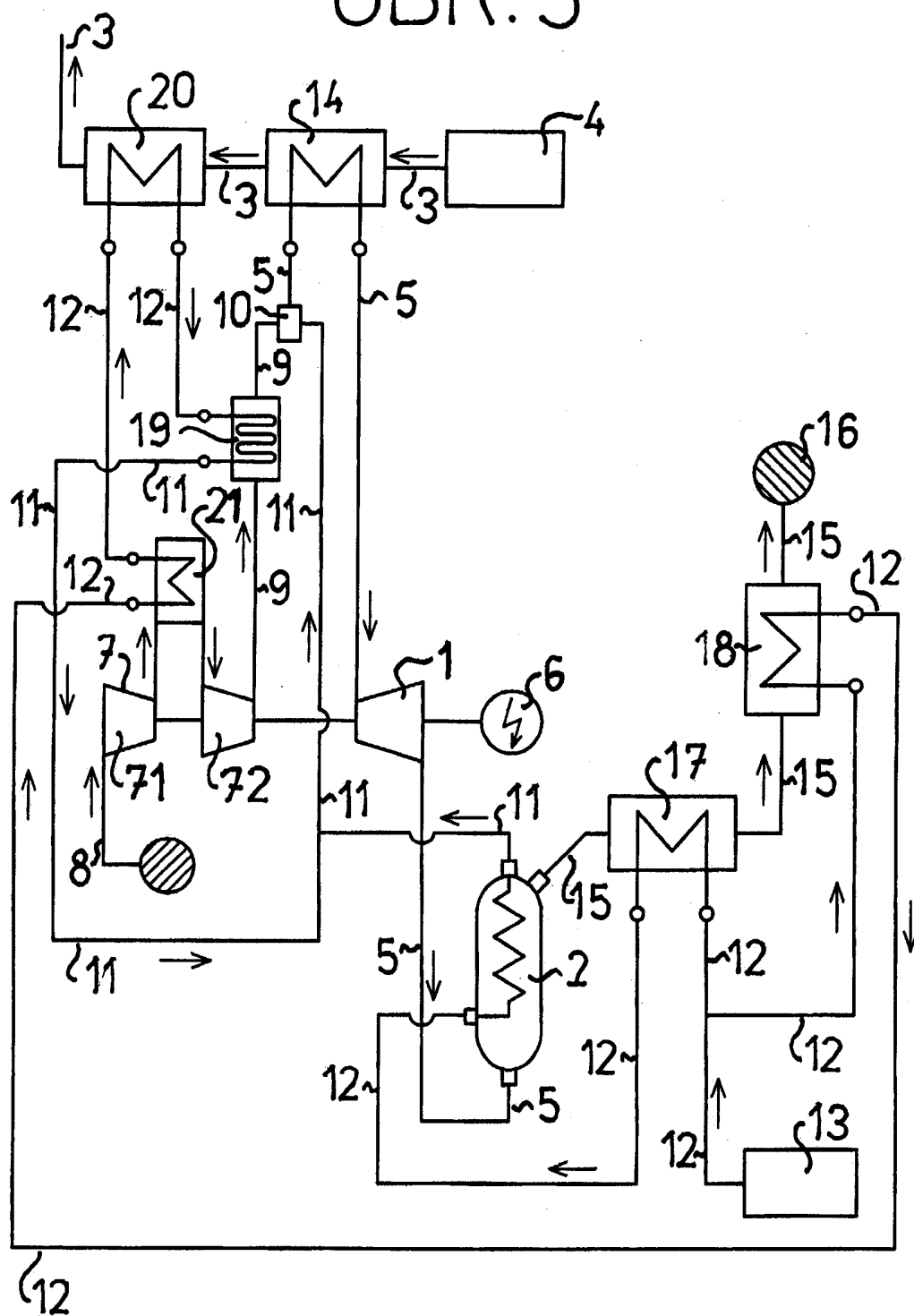
OBR. 3



OBR. 4



OBR. 5



Konec dokumentu