

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2015-503

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F01K 25/06 (2006.01)

F01K 13/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

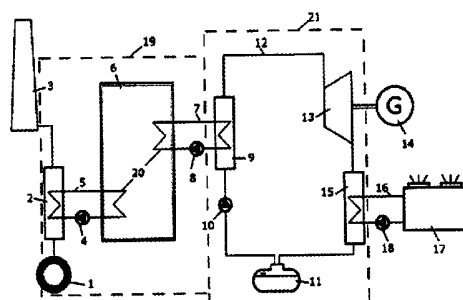
(22) Přihlášeno: **16.07.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **08.03.2017**
(Věstník č. 10/2017)

(71) Přihlašovatel:
Vysoká škola báňská - Technická univerzita
Ostrava, Ostrava - Poruba, CZ

(72) Původce:
doc. Dr. Ing. Tadeáš Ochodek, Ostrava - Krásné
Pole, CZ
Ing. Jan Koloničný, Ph.D., Metylovice, CZ
Ing. Jiří Horák, Ph.D., Vřesina, CZ
Ing. David Kupka, Ph.D., Ostrava - Poruba, CZ

(74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Dušan Kendereški,
Koliště 13a, 602 00 Brno



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Systém akumulace odpadního tepla
vznikajícího při průmyslových procesech
pro výrobu elektrické energie**

(57) Anotace:
Systém akumulace tepla, zahrnuje zdroj (1) odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník (2) na komín (3) a okruh (21) pro výrobu elektrické energie, který zahrnuje parní oběh (12) propojující generátor (9) páry s napájecí nádrží (11), kondenzátorem (15) a bezlopatkovou turbínou (13) napojenou na elektrický generátor (14). Kondenzátor (15) je přes okruh (16) chlazení kondenzátu propojen se vzduchovým kondenzátorem (17). Systém dále zahrnuje akumulární okruh (19), jehož součástí je tepelný výměník (2) propojený přes ohřívací okruh (5) s akumulacním výměníkem (6), který je naplněn teplotnosným médiem (20). Teplotnosné médium (20) je směs bi- a triarylových éterů, jehož měrná tepelná kapacita při 300 °C je 2,53 kJ.kg⁻¹.K⁻¹, tepelná vodivost je 0,094 W.m⁻¹.K⁻¹ a dynamická viskozita 0,029 mPas⁻¹.

SYSTÉM AKUMULACE ODPADNÍHO TEPLA VZNIKAJÍCÍHO PŘI PRŮMYSLOVÝCH PROCESECH PRO VÝROBU ELEKTRICKÉ ENERGIE

Oblast techniky:

Vynález se týká systému akumulace odpadního tepla, včetně špičkové výroby elektrické energie, přičemž tepelná energie je akumulována do uzavřeného olejového okruhu, kterým je ohřívána vodní pára a mechanická práce je získávána expanzí vodní páry na rotoru bezlopatkové turbíny.

Dosavadní stav techniky

Odpadní teplo vznikající například při průmyslových procesech je pro výrobu elektrické energie využitelné v omezené míře. Limitující je často nízká teplota odpadního média a nestabilní produkce zdroje tepla. Klasický Rankinův oběh je možné nahradit organickým Rankinovým oběhem (ORC), který se vyznačuje použitím pracovní látky v podobě silikonového oleje. Jelikož olej je za srovnatelného tlaku schopen odpařování při podstatně nižší teplotě než voda, umožňuje toto řešení částečně eliminovat potíže vyplývající z nízké kvality zdroje odpadního tepla v souvislosti s potřebnou velikostí teploty pro realizaci periodické fázové přeměny v rámci pracovního cyklu. Problémy spojené s nestabilní produkcí odpadního tepla jsou řešeny systémem akumulace. V současnosti se však jedná o akumulaci nízkopotenciálního tepla, které je vhodné pro přímé využití například pro ohřev užitkové vody, nikoliv pro přípravu procesní páry s požadovanými parametry umožňujícími účelnou expanzi na turbíně.

V patentové přihlášce ~~č.~~ US 4266404 je popsán způsob a zařízení pro úsporu ztrátové energie přenosem ztrátového tepla ze spalovacího motoru, sběrače sluneční energie, nebo jakéhokoliv jiného zdroje odpadní tepelné energie o teplotě 200°C a výše. Vynález se týká převádění odpadního tepla na užitečnou energii, a zejména na využití odpadního tepla ze spalovacího motoru k výkonu práce, jako je například klimatizace automobilu nebo provozování čerpadla nebo další mechanická zařízení. V principu je ztrátové teplo odváděno nosnou kapalinou do výměníku tepla. Výhodné provedení vynálezu obsahuje motor pracující na Rankin-Stirlingova cyklu. Patentované řešení se od předkládaného vynálezu liší v použití pracovní látky Rankinova oběhu a

způsobu transformace tepelné energie na mechanickou práci. V tomto systému není uvažováno s výrobou elektrické energie.

Vynález popisovaný v evropské přihlášce vynálezu ~~XX~~ EP2211028 se týká postupu recyklace odpadního tepla pro zdroje odpadního tepla poměrně nízké kvality, doposud nevyužitelného hlavně z ekonomických důvodů a zároveň pro nedostatek vhodných zařízení pro instalaci vynálezu. Uzavřený Rankinův cyklus pracuje s plynem nebo kapalinou zahřátou ze zbytkového tepla, které má teplotu nižší než 350^oC. Odpadní teplo vstupuje do výměníku tepla z výparníku prostřednictvím mezilehlého vodního okruhu pro přenášení odpadního tepla do pracovní tekutiny. Patentované řešení se od předkládaného vynálezu liší v použití pouze jedné pracovní látky, kterou je silikonový olej. Olej je nutné po uplynutí určitého počtu pracovních cyklů obměňovat, což zvyšuje provozní náklady technologie. Tato koncepce neobsahuje akumulací systém, který by eliminoval nerovnoměrnou dodávku odpadního tepla.

Vynález popisovaný v přihlášce ~~XX~~ EP2762691 se týká zařízení v kogeneračním uspořádání, které pracuje zejména na ORC. Zařízení obsahuje turbínu spojenou s výparníkem. Pracovní médium z výparníku se dodává v mlžném stavu, a výměník tepla je také spojen s turbínou. Tepelný výměník je propojen s jednotkou pro zužitkování tepelné energie, takže tepelná energie z pracovního média se přenesení do pracovní kapaliny, která proudí jednotkou pro zužitkování tepelné energie. Pro pohon cyklu, a pro zvýšení tlaku pracovního média v kapalném stavu, se obvykle používá dopravní čerpadlo pro zajištění proudění pracovního média mezi funkčními jednotkami a pro natlakování pracovního média mezi kondenzátorem a výparníkem. Pracovní médium se převádí na tepelnou energii ve výparníku. V turbíně je pracovní tekutina ve stavu páry a adiabaticky se přemění na mechanickou práci. Turbína je přístroj, který mění vnitřní energii mlžného pracovního média do rotační energie, a nakonec na mechanickou práci. Patentované řešení používá k vykonání práce na turbíně termo-olej, nikoliv vodní páru. Systém nemá ošetřeny výkyvy dodávek odpadního tepla formou akumulace tepelné energie.

V německé přihlášce vynálezu ~~XX~~ DE102012009459 je popsáno zařízení pro přeměnu tepelné energie na mechanickou energii prostřednictvím procesu Rankinova cyklu. V zařízení je používán oxid uhličitý v kritickém bodu, jako pracovní tekutina, při tlaku max. asi 73,8 barů a teplotě 31^oC. Zařízení se skládá z cirkulačního potrubí pro vedení pracovní tekutiny, výparníku pro odpařování pracovní kapaliny, zahřívané ze

ztrátového tepla. Dále se skládá z přístroje pro generování mechanické energie z expanzí páry pracovní tekutiny, kondenzátoru pro kondenzaci par expandované pracovní tekutiny a pro odstranění odpadní tepelné energie. Čerpadlo slouží pro natlakování kondenzované pracovní tekutiny.

V přihlášce vynálezu CN 102817657 A je řešena technologie topného potrubí, která je založena na ORC a také systém využívající energii výfukových plynů o nízké teplotě pro generování elektrické energie. Systém využívá jako podsystém ORC, a dále podsystém pro akumulaci a regeneraci tepla a podsystém pro uchovávání pracovní kapaliny. Celý systém zahrnuje z kondenzátoru, čerpadla, regenerátoru, tepelné trubice s výparní, horkou a kondenzační části, přehřívače pracovního media pro ORC a turbo expandéru. Pracovním médiem v celém systému je organická látka. Systém je složitější, protože je vyžadována vícenásobná fázová přeměna. Z toho důvodu je potřeba do cyklu zahrnout větší počet trubkových kondenzátorů, čímž se zvyšuje požadavek na velikost teplosměnné plochy. V rezervoáru je uchováváno médium o nižších teplotách, než má admisní pára což znamená, že před expanzí musí být opětovně ohřívána odběrem ze zdroje odpadního tepla.

V přihlášce CN 202001231 U je řešeno zařízení, využívající sluneční energii pro generování tepelné energie prostřednictvím ORC. Zařízení zahrnuje parabolickou drážku kondenzačního pole, kondenzační pole pro kondenzaci tepla, pracovní medium pro vedení tepla, tepelný výměník, atomizér, tlakové čerpadlo, přetlakový ventil, zásobník tepla, medium pro akumulaci tepla, střední – nízkoteplotní napájecí jednotku pro ORC, prostor pro odpařování organického media, výparoměr, kondenzátor, chladicí jednotku, regulační ventil, doplňující kotel a hydraulickou turbínu. Zařízení pro generování tepelné energie přijímá rozprašovanou vodní páru a organické médium, etylenglykol, nebo vodivý olej jako teponosné pracovní medium, které je přes potrubí dopravováno do napájecí jednotky ORC. Tímto způsobem je do napájecí jednotky ORC dodávána tepelná energie z tepelného zásobníku. Sluneční energii je tak možné využít k shromažďování tepla.

Oběh vyžaduje doplňkový zdroj v podobě kotle na zvýšení parametrů páry chladiva. V primárním okruhu probíhá fázová přeměna. Dle spisu je do akumulační jednotky 7 přiváděna sytá pára přes vložený okruh s kondenzátorem, nebo přímo. Sekundární okruh je nízkoteplotní organický.

V přihlášce CN 202970867 U je řešen systém recyklace odpadního výfukového tepla z vnitřního spalovacího motoru, spolu s tepelným akumulátorem. Odpadní teplo z vnitřního spalovacího motoru je přenášeno na organickou pracovní látku v ORC prostřednictvím tepelně vodivé olejové smyčky, přičemž se organická pracovní látka vyparuje. Tepelný akumulátor, který je připojen k ORC v sérii, absorbuje, nebo uvolňuje teplo z organické pracovní látky. Expandér je použit pro převod změny entalpie v expanzním procesu k užitečnému pracovnímu výkonu. Tok organické pracovní látky je nastaven v závislosti na rychlosti otáčení a zatížení spalovacího motoru. Teplota zbytkového plynu na výstupu z výfukového potrubí se používá jako zpětná vazba pro realizaci vedení tepla toku olej ovládání v uzavřeném okruhu. Sekundární okruh pracuje s organickou látkou, která je do akumulátoru přiváděna v plynném skupenství. Akumulátor slouží spíše jako regenerátor k regulaci teploty páry chladiva při změně otáček a zatížení spalovacího motoru, než k průběžnému uchovávání tepelné energie pro její pozdější využití k výrobě elektřiny. Umístění akumulátoru je řešeno jinak, rovněž pracuje s látkou v jiném skupenství a je na něm závislá regulace výkonu expandéru. Organická pracovní látka je použita u ORC, což znamená, že dochází k její fázové přeměně. Teplo je do oběhu dodáváno syntetickým olejem. V navrhovaném řešení se jedná o klasický Rankinův oběh, do něhož je teplo převáděno z organické teplotnosné látky.

V přihlášce WO 2008/074637 je řešen systém pro konverzi odpadního tepla poměrně nízké kvality z turbodmychadla. Uzavřený Rankinův cyklus pracuje s plynem nebo kapalinou, které mají nižší teplotu než 350°C . Pracovní kapalina se odpařuje a směs se zahřívá na teplotu 60°C při tlaku nižším než 6 barů. Za těchto podmínek se směs přivádí do turbíny. Tok pracovní tekutiny je teda veden z výparníku ve formě páry do turbíny, kde roztáčí hřídel, což generuje elektrickou energii. Dále je pára vedena do kondenzátoru, pro kondenzaci výfukové páry z turbíny a čerpadlem je zkondenzovaná kapalina přemísťována zase do výparníku. Pracovní látkou je u tohoto řešení silikonový olej, který je nutné po uplynutí určitého počtu pracovních cyklů obměňovat, což zvyšuje provozní náklady technologie. Pracovní látka je dále umístěna pouze v rámci jednoho okruhu, kterým není zajištěna akumulace odpadního tepla. Navrhované řešení v předkládané přihlášce je inovativní v tom, že vložením akumulčního okruhu je možné eliminovat nerovnoměrnou dodávku odpadního tepla a přesunout těžiště výroby elektrické energie do období nekorespondujícího s dodávkou odpadního tepla. Tím je

umožněno operativně reagovat na požadavek zvýšené spotřeby elektrické energie, kterou je možné krýt z vlastních zdrojů. Pracovní látkou mimo akumulární okruh je voda, což má vliv na nižší provozní náklady systému.

V přihlášce DE 202010004882 U1 je řešen systém pro konverzi odpadního tepla poměrně nízké kvality z turbodmychadla. Jedná se o řešení totožné s řešením popsáním ve WO 2008/074637 A1. Jedná se o jednookruhový ORC, kde výparník je ohříván přímo zdrojem odpadního tepla bez vloženého akumulárního okruhu, kterým je řešena disproporce mezi produkcí odpadního tepla a spotřebou elektrické energie.

V přihlášce EP2441926 je popsán akumulární systém, který je určen pro velká zařízení typu parní elektrárny. Z toho důvodu je vybaven 3 úrovněmi akumulace dle teploty páry. Pára má však poměrně nízké parametry (do 120°C), tudíž teplo z ní je těžko uplatnitelné pro výrobu vodní páry pro pohon turbíny. Proto se místo vody používají organické látky, které tvoří pracovní médium v Rankinova oběhu, nikoliv akumulární médium.

V užitém vzoru ~~Č~~ CZ 028034 U1 je řešeno uspořádání systému akumulace tepla, zahrnující zdroj odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník na komín, který dále zahrnuje akumulární okruh a okruh pro výrobu elektrické energie, přičemž akumulární okruh zahrnuje zdroj odpadního tepla a tepelný výměník přes ohřívací okruh propojený s akumulárním výměníkem a okruh pro výrobu elektrické energie zahrnuje parní oběh propojující generátor páry s napájecí nádrží, kondenzátorem a bezlopatkovou turbínou napojenou na elektrický generátor, přičemž akumulární výměník je dále propojen přes vychlazovací okruh s generátorem páry a kondenzátor je přes okruh chlazení kondenzátu propojen se vzduchovým kondenzátorem. Technické řešení využívá jako teplonosnou kapalinu v uzavřeném olejovém okruhu běžné organické olejové látky, které jsou náchylné k náhodnému nehomogennímu přehřátí a nevykazují vysokou chemickou a tepelnou stabilitu.

Cílem vynálezu je využití odpadního tepla vznikajícího při průmyslových procesech pro výrobu elektrické energie a její následný odběr ve špičce. K tomuto účelu je navržen systém akumulace odpadního tepla využívající teplonosné medium, umožňující akumulaci a využití odpadního tepla i s poměrně nízkou kvalitou.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo systémem akumulace tepla, zahrnující zdroj odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník na komín a okruh pro výrobu elektrické energie, který zahrnuje parní oběh propojující generátor páry s napájecí nádrží, kondenzátorem a bezlopatkovou turbínou napojenou na elektrický generátor, kde kondenzátor je přes okruh chlazení kondenzátu propojen se vzduchovým kondenzátorem, přičemž dále zahrnuje akumulační okruh, jehož součástí je tepelný výměník propojený přes ohřívací okruh s akumulačním výměníkem, který je naplněn teplonosným médiem jehož podstata spočívá v tom, že teplonosné médium je směs bi- a tri- arylových éterů jehož měrná tepelná kapacita při 300°C je $2,53 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, tepelná vodivost je $0,094 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ a dynamická viskozita $0,029 \text{ mPas}^{-1}$.

Pro zajištění dostatečné tepelné kapacity teplosměnného média je výhodné, když je, že teplonosné médium je organického původu, což zaručuje vysokou tepelnou a chemickou stabilitu v kapalném stavu při relativně nízkých tlacích v řádu jednotek bar. Médium je tvořeno směsí bi- a triarylových éterů s vysokou odolností vůči náhodnému přehřátí. Rovněž čistota teplosměnného média a obsah vlhkosti pod 150 ppm eliminuje riziko degradace média, zanášení a koroze teplosměnných ploch. Trvalá maximální provozní teplota činí 345°C, přičemž teplota vzplanutí je 430°C.

Ve výhodném provedení systému akumulace tepla dle vynálezu mohou být ohřívací okruh a/nebo parní oběh a/nebo vychlazovací okruh a/nebo okruh chlazení kondenzátu opatřeny čerpadlem.

V detailním provedení tedy systém zahrnuje zdroj odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník na komín, přičemž tepelný výměník je dále zapojen do ohřívacího okruhu, v němž je uspořádáno první čerpadlo a ohřívací okruh je dále napojen na akumulační zásobník, jenž je napojen vychlazovací okruh, v němž je zařazeno druhé čerpadlo a vychlazovací okruh je připojen na generátor páry, který je zařazen v parním okruhu, ve kterém dále zařazeno první oběhové čerpadlo vody napojené mezi generátor páry a napájecí nádrž, která je dále napojena na kondenzátor, jenž je napojen okruh chlazení kondenzátu, v němž je zařazeno druhé oběhové čerpadlo vody, přičemž tento okruh je připojen na vzduchový kondenzátor a dále je na kondenzátor napojena bezlopatková turbína propojená s elektrickým generátorem.

Uspořádání systému akumulace tepla může být ve výhodném provedení také modifikováno tak, že ohřívací okruh a vychlazovací okruh jsou tvořeny souvislým

oběhovým potrubím spojujícím tepelný výměník s generátorem páry a vedoucím přes akumulační výměník.

Systém uzavřeného okruhu s teponosným organickým médiem slouží k akumulaci tepelné energie, která je uvolňována v době špičkových odběrů elektrické energie.

Podstatou vynálezu je využití odpadního tepla vznikajícího při průmyslových procesech pro výrobu elektrické energie. Uvedené řešení se od současného stavu techniky liší tím, že energetickým zdrojem v procesu výroby elektrické energie v rámci Rankinova kondenzačního oběhu není spalovací zařízení na fosilní paliva, nýbrž vyvíječ páry, do něhož je organickou teponosnou kapalinou přiváděna tepelná energie získaná akumulací odpadního tepla z odpadních plynů vznikajících v průmyslových zařízeních. Zařazení akumulačního okruhu se zásobníkem do systému umožňuje eliminovat vliv nerovnoměrných dodávek odpadního tepla a provozovateli zařízení dává ekonomickou výhodu spočívající v možnosti výroby elektrické energie v době odběrových špiček a krytí spotřeby vlastní výrobou.

Porovnáním ze známým stavem techniky lze konstatovat, že v primárním (akumulačním) okruhu neprobíhá fázová přeměna. Teponosná látka je organická a nemění skupenství. V sekundárním (pracovním) okruhu je pracovní látkou voda/pára. Jedná se tedy o řešení, které představuje efektivní koncepci výroby elektrické energie s vysokým stupněm flexibility, kde jímání odpadního tepla je doprovázeno pouze změnou teploty pracovní látky, nikoliv změnou skupenství. To umožňuje realizovat akumulační okruh v jednoduchém uspořádání s nepřímým ohřevem pracovní látky až do teplot 400°C . Pracovní látka v podobě páry/vody v sekundárním okruhu je volena z toho důvodu, aby bylo možné využít potenciál nízkotlakého turbogenerátoru s bezlopatkovou turbínou speciální konstrukce, která je schopna pracovat v oblasti mokré páry při parametrech 1,5 MPa a 200°C za současného zachování přijatelné účinnosti transformace. Dalšími výhodami jsou rychlost náběhu ze studeného stavu na maximální výkon a vysoká odolnost vůči velkým a rychlým změnám v teplotě a tlaku admisní páry. Jedná se tak o systém, který je jednoduchý, investičně nenáročný, provozně spolehlivý a s výrazným potenciálem využití odpadního tepla z širokého rozsahu zdrojů v rozmezí malých až středních tepelných výkonů.

Nabíjení akumulačního okruhu je s výhodou možné realizovat v tepelném výměníku proudem ohřátých plynů s teplotou nižší než 250°C . Vybíjení akumulačního

okruhu se děje v době vysoké poptávky po elektrické energii, a to převáděním tepelné energie z organického média v tepelném výměníku do vody. Přivedeným teplem se voda odpařuje a jako pára je vedena na bezlopatkovou turbínu, ve které expanduje. Oběžné kolo turbíny je přes hřídel spojeno s elektrickým generátorem, který zajišťuje transformaci mechanické energie na elektrickou.

Toto řešení systému umožňuje stabilizovat pracovní proces eliminací vlivů nerovnoměrného výkonu zdroje odpadního tepla při současném zachování jednoduchého konceptu založeného na klasickém parním Rankinovu oběhu. Výhodou pak je možnost uplatnění konstrukčně jednodušších typů parní turbíny bez lopatkového oběžného kola.

Objasnění výkresu

Vynález je schematicky znázorněn na výkrese, kde obr. 1 znázorňuje blokové schéma systému akumulace odpadního tepla, obr. 2 znázorňuje blokové schéma systému akumulace odpadního tepla, kde akumulační okruh vznikne vzájemným propojením ohřívacího a vychlazovacího okruhu.

Příklady uskutečnění vynálezu

Vynález řeší systém akumulace odpadního tepla vznikajícího při průmyslových procesech určeného pro výrobu elektrické energie. Systém akumulace tepla tvoří akumulační okruh 19, který zahrnuje zdroj 1 odpadního tepla, tepelný výměník 2, ohřívací okruh 5, akumulační výměník 6 a vychlazovací okruh 7, a okruh 21 pro výrobu elektrické energie, který zahrnuje parní oběh 12, generátor 9 páry, napájecí nádrž 11, kondenzátor 15, okruh 16 chlazení kondenzátu, vzduchový kondenzátor 17 a bezlopatkovou turbínu 13 a elektrický generátor 14.

V akumulačním okruhu 19 proudí teplotonosná kapalina 20, například olej, která neprochází fázovou přeměnou a okruhem pro výrobu elektřiny 21.

V okruhu 21 pro výrobu elektrické energie je využívána akumulovaná tepelná energie z teplotonosné kapaliny 20, která je v generátoru 9 páry přeměňována na páru.

Detailní uspořádání systému akumulace odpadního tepla vznikajícího při průmyslových procesech je znázorněno na obr. 1. Systém v tomto provedení zahrnuje zdroj 1 odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník 2 na komín 3. Tepelný výměník 2 je dále zapojen do ohřívacího okruhu 5, v němž je uspořádáno první

čerpadlo 4, například oběhové čerpadlo oleje, přičemž ohřívací okruh 5 je napojen na akumulární zásobník 6. Akumulační zásobník 6 je dále napojen na vychlazovací okruh 7, v němž je zařazeno druhé čerpadlo 8, například oběhové čerpadlo oleje. Vychlazovací okruh 7 je připojen na generátor 9 páry, který je zařazen v parním okruhu 12, ve kterém je dále zařazeno první oběhové čerpadlo 10 vody napojené mezi generátor 9 páry a napájecí nádrž 11, která je dále napojena na kondenzátor 15. Na kondenzátor 15 je napojen okruh 16 chlazení kondenzátu, v němž je zařazeno druhé oběhové čerpadlo 18 vody, přičemž tento okruh 16 je připojen na vzduchový kondenzátor 17. A dále je na kondenzátor 15 napojena bezlopatková turbína 13, která je propojena s elektrickým generátorem 14.

Příkladná varianta provedení systému je znázorněna na obr. 1. Odpadní teplo procesních plynů je předáváno tepelným výměníkem 2, který proveden jako trubkový, do ohřívacího okruhu 5, ve kterém je zařazeno první čerpadlo 4, a kterým je ohřívána teplotnosná náplň 20, v tomto případě olejová náplň akumulárního zásobníku 6. Tato fáze představuje nabíjení systému. V době odběrové špičky elektrické energie je vychlazovacím okruhem 7, ve kterém je zařazeno druhé čerpadlo 8, odebírána akumulovaná tepelná energie určená k výrobě páry v generátoru 9 páry, který představuje integrální prvek akumulárního a parního okruhu 12. Vyrobená pára je využita k výrobě elektrické energie na soustrojí turbogenerátoru, které je tvořeno bezlopatkovou turbínou 13 elektrickým generátorem 14.

Další příkladná varianta provedení systému je podobná, jak varianta znázorněná na obr. 1, jediným rozdílem je rozdílná konstrukce tepelného výměníku 2. V tomto provedení systému je odpadní teplo kapalin předáváno tepelným výměníkem 2, který je proveden jako deskový, do ohřívacího okruhu 5, ve kterém je zařazeno čerpadlo 4, a kterým je ohříváno teplotnosné médium 20, například olejová náplň akumulárního zásobníku 6. Tato fáze představuje nabíjení systému. V době odběrové špičky elektrické energie je vychlazovacím okruhem 7, ve kterém je zařazeno oběhové čerpadlo 8, odebírána akumulovaná tepelná energie k výrobě páry v generátoru 9 páry, který představuje integrální prvek akumulárního a parního okruhu 12. Vyrobená pára je využita k výrobě elektrické energie na soustrojí turbogenerátoru, které je tvořeno bezlopatkovou turbínou 13 a elektrickým generátorem 14.

Poslední z příkladných provedení systému je znázorněno na obr. 2. Tento obrázek znázorňuje akumulční okruh 19, který zahrnuje zdroj 1 odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník 2 na komín 3. Tepelný výměník 2 je dále propojen oběhovým potrubím 22 s teplotonosným médiem 20, v němž je zařazeno druhé čerpadlo 8, například oběhové čerpadlo oleje. Toto potrubí 22 prochází přes akumulční zásobník 6, který je naplněn teplotonosným médiem 20 a je připojeno na generátor 9 páry. Teplo odpadních plynů nebo kapaliny je tepelným výměníkem 2 převáděno do oběhového potrubí 22, které vznikne vzájemným propojením ohřívacího 5 a vychlazovacího okruhu 7. Vybíjení akumulčního okruhu 19 se děje prostřednictvím parního generátoru 9, kde ohřevem napájecí vody vzniká pára o tlaku 1,5 MPa a teplotě 200°C. Tato expanduje na turbíně 13, která je spojena s elektrickým generátorem 14.

Průmyslová využitelnost

Systém akumulace odpadního tepla lze využít při všech procesech, při nichž vzniká proud odpadních plynů či kapalin s teplotou alespoň 250°C. Může být využit pro vychlazení spalín stacionárních spalovacích motorů nebo jiných tepelných zařízení, odpadních plynů z chemických procesů, v zemědělských bioplynových stanicích nebo hutních provozech.



Seznam vztahových značek

- 1 zdroj odpadního tepla
- 2 tepelný výměník
- 3 komín
- 4 první čerpadlo
- 5 ohřívací okruh
- 6 akumulční zásobník
- 7 vychlazovací okruh
- 8 druhé čerpadlo
- 9 generátor páry
- 10 oběhové čerpadlo vody
- 11 napájecí nádrž
- 12 parní okruh
- 13 bezlopatková turbína
- 14 elektrický generátor
- 15 kondenzátor
- 16 okruh chlazení kondenzátu
- 17 vzduchový kondenzátor
- 18 oběhové čerpadlo chladicí vody
- 19 akumulční okruh
- 20 teplotonosná kapalina
- 21 okruh výroby elektrické energie
- 22 oběhové porubí

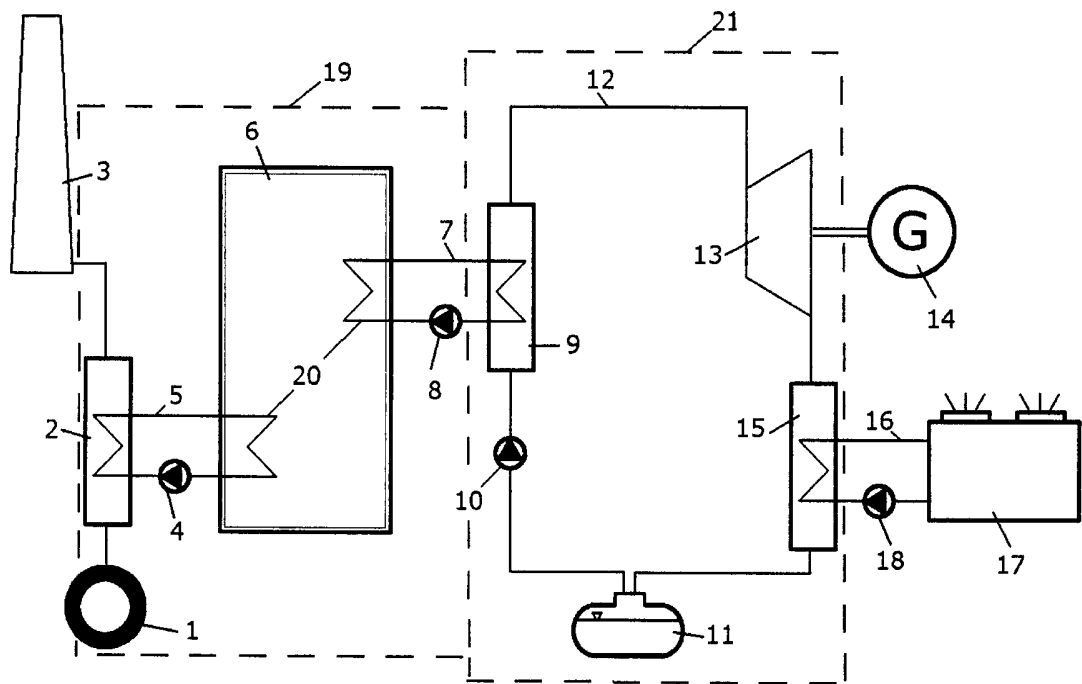
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Systém akumulace tepla, zahrnující zdroj (1) odpadního tepla, jenž je připojen přes tepelný výměník (2) na komín (3) a okruh (21) pro výrobu elektrické energie, který zahrnuje parní oběh (12) propojující generátor (9) páry s napájecí nádrží (11), kondenzátorem (15) a bezlopatkovou turbínou (13) napojenou na elektrický generátor (14), kde kondenzátor (15) je přes okruh (16) chlazení kondenzátu propojen se vzduchovým kondenzátorem (17), přičemž dále zahrnuje akumulační okruh (19), jehož součástí je tepelný výměník (2) propojený přes ohřívací okruh (5) s akumulačním výměníkem (6), který je naplněn teplotnosným médiem (20), **vyznačující se tím, že** teplotnosné médium (20) je směs bi- a tri- arylových éterů jehož měrná tepelná kapacita při 300°C je 2,53 kJ.kg⁻¹.K⁻¹, tepelná vodivost je 0,094 W.m⁻¹.K⁻¹ a dynamická viskozita 0,029 mPas⁻¹.
2. Systém akumulace tepla, podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že ohřívací okruh (5) a vychlazovací okruh (7) jsou tvořeny souvislým oběhovým potrubím (22) spojujícím tepelný výměník (2) s generátorem (9) páry a vedoucím přes akumulační výměník (6).
3. Systém akumulace tepla, podle nároku 1 nebo 3, **vyznačující se tím**, že ohřívací okruh (5) a/nebo parní oběh (12) a/nebo vychlazovací okruh (7) a/nebo okruh (16) chlazení kondenzátu je opatřený čerpadlem.

1/2

16.07.15 2015-503

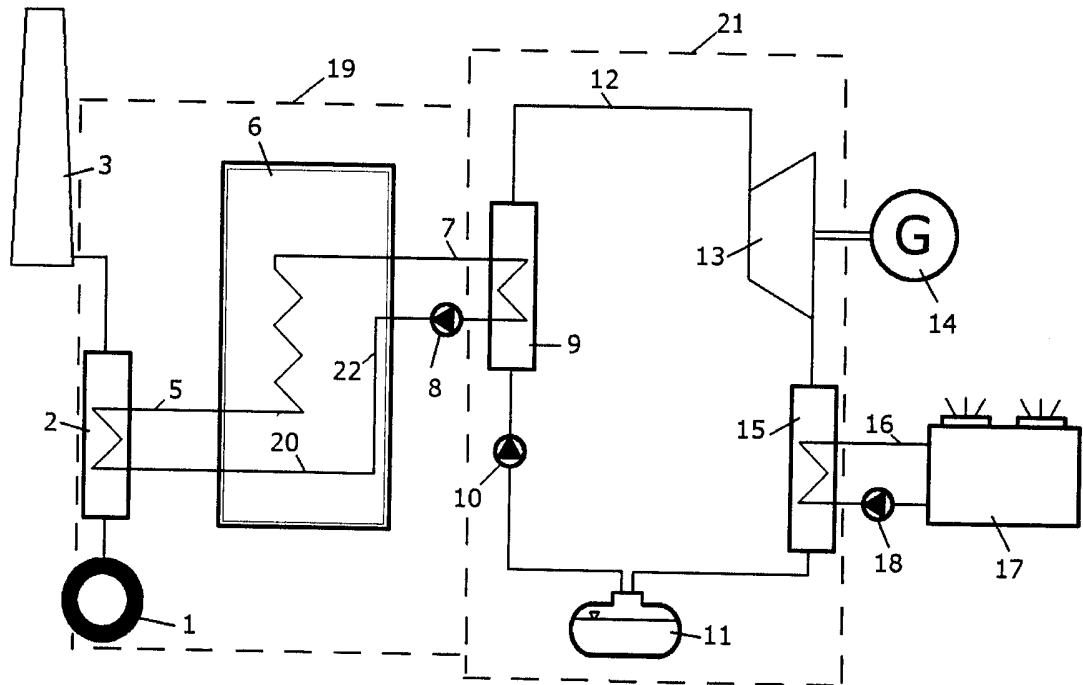
PL 503-2015



Obr. 1

2/2

18.07.15



Obr. 2