

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **08.03.2012**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **18.09.2013**
(Věstník č. 38/2013)

(21) Číslo dokumentu:

2012-165

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F28D 21/00 (2006.01)
F22B 33/00 (2006.01)
F01K 17/02 (2006.01)
F24D 11/00 (2006.01)
F24D 9/00 (2006.01)
F23J 15/04 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Ptáček Milan Ing., Hranice, CZ

(72) Původce:

Ptáček Milan Ing., Hranice, CZ

(74) Zástupce:

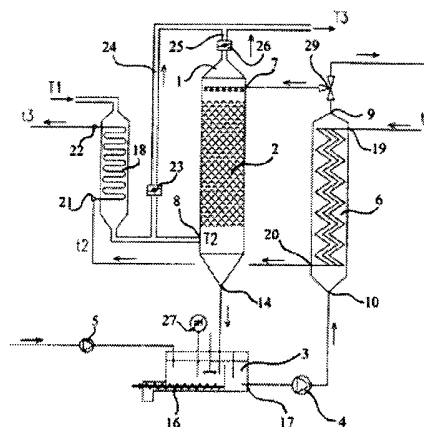
KANIA, SEDLÁK, SMOLA Patentová a známková kancelář, Ing. František Kania, Mendlovo nám. 1a, Brno, 60300

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob získávání energie ze zbytkového tepla spalin a zařízení pro provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Způsob využití zbytkového tepla spalin je určen pro spalinu, jejichž počáteční teplota je vyšší než teplota jejich rosného bodu a které obsahují agresivní složky, zejména spalin u kotle na pevná paliva. Tyto spalinu ofukují procesní vodu pro předání tepelné energie spalin procesní vodě pro ohřátí procesní vody na teplotu nejvýše varu procesní vody v daných atmosférických a tlakových podmínkách prostředí. PH procesní vody se nastavuje pro neutralizaci korozivních účinků kondenzujících agresivních složek spalin. Spalinami ohřátá procesní voda předává své teplo chladicí vodě pro její ohřátí a takto ochlazená procesní voda se vede zpět do proudu spalin pro odebrání tepelné energie těmito spalinám. Zařízení pro provádění tohoto způsobu obsahuje kontaktní výměník (1) tepla pro předávání tepla ze spalin do procesní vody, k jehož spalinovému vstupu (8) je připojen výstup spalin z kotle na pevná paliva a/nebo ze spalovacího zařízení obsahujícího agresivní spalinu pro vedení spalin kontaktním výměníkem (1) tepla. Proti spalinovému vstupu (8) je vstup (7) procesní vody pro kontaktní příjem tepla ze spalin v kontaktním výměníku (1) tepla. Výstup (14) procesní vody kontaktního výměníku (1) tepla je připojen ke vstupu (10) procesní vody druhého výměníku (6) tepla pro předání tepla z procesní vody na chladicí vodu, zatímco výstup (9) procesní vody z druhého výměníku (6) tepla je připojen ke vstupu (7) procesní vody kontaktního výměníku (1) tepla. Do oběhu procesní vody je připojeno ústrojí (5) na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující neutralizaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin.



Způsob získávání energie ze zbytkového tepla spalin a zařízení pro provádění tohoto způsobu.

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu využití zbytkového tepla spalin, jejichž teplota je vyšší než teplota jejich rosného bodu a které obsahují agresivní složky, zejména spalin u kotle na pevná paliva. Vynález se rovněž týká způsobu zvýšení termické účinnosti kotle a parního cyklu při výrobě elektrické energie z páry. Vynález se rovněž týká zařízení pro provádění tohoto způsobu.

Dosavadní stav techniky

V současné době se většina elektrické energie vyrobené ve světě vyrábí v kotlích spalujících tuhá paliva, zejména uhlí, ale i z biomasy. Tyto kotle vyrábějí páru pro pohon kondenzační parní turbíny nebo kondenzační parní turbíny s meziodběrem páry pro teplotenské účely. Je snaha stále zvyšovat účinnost přeměny tepelné energie v elektrickou. V současné době se to děje zejména zvyšováním parametrů páry, to jest tlaků i teploty až na tzv. nadkritické parametry, a to zvláště u elektrárenských kotlů o výkonu stovek megawatt. U kotlů pod 100 MW není zatím reálné jít touto cestou z ekonomických a technických důvodů. Žádná jiná cesta než zvyšování parametrů páry se dosud v poslední době neuplatnila.

V současnosti tedy probíhá výroba páry tak, že pára o vysokých parametrech jde do parní turbíny a kondenzuje za nízkého tlaku cca 0,008 MPa_a při teplotách obvykle kolem 30 až 45 °C, za vzniku vody o přibližně téže teplotě. Tato voda se musí ohřát zpět na tzv. teplotu napájecí vody, obvykle nejméně na cca 105 °C. Tento ohřev vody z asi 30 až 45 °C na 105 °C se v současné době zajišťuje parou z meziodběru páry. Dochází k tzv. regeneraci napájecí vody. Pára, která ohřívá tuto napájecí vodu, je tak pro výkon turbíny ztracena. Tyto

kotle na tuhá paliva vyrábějící páru pracují, podle velikosti kotlů, s tepelnou účinností od asi 87 až do 92,5 %. Tyto kotle přitom vypouštějí do komína spaliny o teplotě obvykle 120 – 170 °C. Teplo spalin skryté v tomto zbytkovém teple se u kotlů spalujících tuhá paliva nevyužívá. Vyžití tohoto tepla by vyžadovalo použití výměníku s nízkopotencionálním chladícím médiem, tzv. kondenzátor spalin. Kondenzátor spalin se nepoužívá zejména proto, že palivo, v případě uhlí, obsahuje především síru, může obsahovat i HCl a obsahuje i vodu. Při hoření vzniká kysličník siřičitý, ten s vodou reaguje na kyselinu siřičitou, a ta by způsobila rychlou degradaci kondenzačního výměníku. Spaliny často obsahují směs i více kyselin, což situaci ještě zhoršuje. Také prach by se nalepoval na teplosměnné plochy kondenzačního výměníku a jednak vy je ničil, jednak by snižoval přestup tepla. U biomasy, zvláště u bylinné biomasy, přistupuje k síře i chlor ve zvýšené koncentraci ve formě chlorovodíku HCl, z něhož se za přítomnosti vody vytvoří kyselina chlorovodíková, která je ještě mnohem větší žíravina. Kdyby se spaliny ochlazovaly pod teplotu rosného bodu, potom by zkondenzovaly páry směsi různých kysličníků, páry HCl, spolu s vodními parami za vzniku směsi korozivních kyselin, navíc působících při relativně vyšších teplotách, a došlo by k velmi intenzivní korozi výměníku. Účinkům směsi kyselin zejména siřičité, sírové a chlorovodíkové, ale případně i uhličité, fluorovodíkové apod., výčet není vyčerpávající, žádný běžný kovový materiál, tedy materiál používaný pro přenos tepla, neodolá. Obvyklá životnost je pod jeden rok. Tyto běžné materiály jsou zcela nevhodné pro konstrukci výměníku. Olovo je nepřijatelné z důvodu ochrany životního prostředí, sklo a plasty z důvodů špatné tepelné vodivosti těchto materiálů. Kovové materiály typu „alloy“ (Ni Cr Mo), což jsou materiály se zvýšenou odolností proti korozi, sice mohou jistou dobu korozi odolávat, jejich životnost je však omezena na roky, a navíc jsou neuvěřitelně drahé a špatně zpracovatelné.

Stávající kotle provozované s palivy, které mají agresivní spaliny, tedy vypouštějí do ovzduší zbytkové teplo, které za současného stavu techniky nedokáží ekonomicky využít. Obvykle u velkých tepelných soustav s kotli průmyslového provedení, které se využívají pro dálkové topení, jako jsou městské tepelné sítě, se takové nízkopotencionální teplo ani nevyskytuje, nebo jen v zanedbatelném množství .

Doposud nikdo nevyužil toho, že v teplárenských a elektrárenských soustavách s kondenzačními meziodběrovými turbínami toto nízkopotencionální teplo obvykle existuje, a nejenom to, ono ku podivu existuje v dostatečném množství. A pomocí něj by se dala podstatně zvýšit termická účinnost parního cyklu a zároveň i tepelná účinnost kotle. Že navrženým systémem (podstatou vynálezu) lze zvýšit termickou účinnost cyklu oproti běžně používaným řešením (podle velikosti zařízení) u menších od cca 5 až po cca 8,5 %. Tj. při stejné výrobě elektrické energie lze ušetřit cca 5- 8,5 % paliva.

U menších (1- 15 MWe) současně stavěných zdrojů výroby el. energie a tepla (KVET) z biomasy lze tedy zvýšit termickou účinnost o 5 až 8,5 %, tj. až na úroveň velkých elektráren. U velkých elektráren lze zvýšit tuto účinnost sice o něco méně, ale přínos je pořád velmi významný. Např. při realizaci níže uvedeného (technického řešení) vynálezu u 1000 MWe bloku to může znamenat úsporu i přes 200 000 tun paliva ročně (přes 100 mil Kč/ročně).

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky dosavadního stavu techniky do značné míry eliminuje způsob využití zbytkového tepla spalin, jejichž teplota je vyšší než teplota jejich rosného bodu a které obsahují agresivní složky, zejména spalin u kotle na pevná paliva, kde podstata vynálezu spočívá v tom, že tyto spaliny ofukují procesní vodu pro předání tepelné energie spalin procesní vodě pro

ohřátí procesní vody na teplotu nejvýše varu procesní vody v daných atmosférických a tlakových podmínkách prostředí. pH procesní vody se přitom nastavuje pro neutralizaci korozivních účinků kondenzujících agresivních složek spalin. Spalinami ohřátá procesní voda pak předává své teplo chladicí vodě pro její ohřátí a takto ochlazená procesní voda se vede zpět do proudu spalin pro odebrání tepelné energie těmto spalinám.

Ve výhodném provedení vynálezu se chladicí voda ohřeje na teploty vyšší než vstupní teplota chladicí vody, nejvýše však na teplotu odpovídající teplotě varu procesní vody v daných atmosférických a tlakových podmínkách prostředí.

V dalších výhodných provedeních vynálezu je takovou chladicí vodou kondenzát vzniklý kondenzací páry, zpravidla kondenzát vzniklý kondenzací páry pohánějící parní turbínu nebo kondenzát vzniklý kondenzací páry za kondenzační parní turbínou. Chladicí vodou může být ochlazená vratka z topného systému o vstupní teplotě v rozmezí od 0 °C do 80 °C nebo lépe do 60 °C nebo lépe do 50 °C nebo lépe do 40 °C.

Kondenzát ohřátý procesní vodou se s výhodou použije pro napájecí vodu parního kotle a může to být voda, která je vratkou z topného systému.

Výstupní teplota chladicí vody ohřáté spalinami prostřednictvím procesní vody je s výhodou v rozmezí od 40 °C nebo od 50 °C nebo od 60 °C až do teploty varu procesní vody v daných atmosférických a tlakových podmínkách prostředí, zatímco vstupní teplota chladicí vody ohřáté spalinami prostřednictvím procesní vody je v rozmezí od 0 °C do 80 °C nebo alespoň do 60 °C nebo lépe do 50 °C nebo nejlépe do 40 °C.

Ve zvláště výhodném provedení se chladicí voda ohřátá spalinami prostřednictvím procesní vody přivádí ještě do proudu spalin před oblast ofukování procesní vody pro další zvýšení její teploty.

pH procesní vody ofukované spalinami je s výhodou větší než 5,0, lépe však větší než 6,5, ještě lépe větší než 6,9 a nejlépe větší než 7,5.

Výhodné přitom je, jestliže se tuhé látky po usazení odlučují z procesní vody.

Výše popsany způsob lze použít i tam, kde při překročení rosného bodu vznikají kyseliny, jejichž agresivita je nižší než u spalin, které obsahují kyseliny sírovou, siřičitou nebo chlorovodíkovou.

Uvedené nedostatky dosavadního stavu techniky rovněž do značné míry eliminuje zařízení pro provádění výše uvedeného způsobu, kde podstata tohoto zařízení bude popsána níže. Toto zařízení obsahuje kontaktní výměník tepla pro předávání tepla ze spalin do procesní vody. Ke spalinovému vstupu kontaktního výměníku je připojen výstup spalin z kotle na pevná paliva a/nebo ze spalovacího zařízení obsahujícího agresivní spaliny pro vedení spalin kontaktním výměníkem tepla. Proti proudu spalin z kotle je vstup procesní vody pro kontaktní příjem tepla ze spalin v kontaktním výměníku tepla. Výstup procesní vody kontaktního výměníku tepla je připojen ke vstupu procesní vody druhého výměníku tepla pro předání tepla z procesní vody na chladicí vodu, zatímco výstup procesní vody z druhého výměníku tepla je připojen ke vstupu procesní vody kontaktního výměníku tepla. Do oběhu procesní vody je připojeno ústrojí na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující neutralizaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin.

Ve výhodném provedení zařízení podle vynálezu je kontaktní výměník tepla vybaven vestavbou pro zvýšení účinnosti předání tepla a/nebo pro oplach vnitřních struktur výměníku a/nebo pro zvýšení účinnosti předání tepla spalin procesní vodě a/nebo pro zvýšení účinnosti neutralizace korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin. Výstup spalin z kotle na pevná paliva a/nebo ze zdroje spalin s agresivními spalinami do kontaktního výměníku tepla je s výhodou uspořádán ve spodní části kontaktního výměníku tepla a vstup procesní vody pro oplach vnitřních struktur kontaktního výměníku tepla a pro příjem tepla ze spalin je uspořádán v horní části kontaktního výměníku tepla.

V dalším výhodném provedení zařízení podle vynálezu je oteplený kondenzát použit na napájecí vodu parního kotle a/nebo jiného tepelného zdroje a/nebo tepelného okruhu.

Mezi kontaktním výměníkem tepla a druhým výměníkem tepla je v dalším výhodném provedení zařazena usazovací nádoba pro usazení pevných částic spláchnutých z kontaktního výměníku tepla, která je s výhodou opatřena vyhrnovacím ústrojím pro odstranění usazenin z usazovací nádoby. Mezi usazovací nádobou pro usazení pevných částic spláchnutých z kontaktního výměníku tepla a výměníkem tepla pro předání tepla z procesní vody na chladicí vodu je v dalším výhodném provedení zapojeno čerpadlo procesní vody.

Ústrojí na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující likvidaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin je ve výhodném provedení nastaveno na udržení pH procesní vody na hodnotu větší než 5,0, v jiném výhodném provedení na hodnotu větší než 6,5 nebo na hodnotu větší než 6,9, v nejvýhodnějším provedení pak na hodnotu větší než 7,5. Ústrojí na doplňování alkálií do procesní vody je do oběhu procesní vody s výhodou připojeno mezi výstup procesní vody kontaktního výměníku tepla a čerpadlo procesní vody.

V dalším výhodném provedení vynálezu obsahuje zařízení ještě třetí výměník tepla, který je uspořádán mezi výstupem spalin ze zdroje tepla a spalinovým vstupem kontaktního výměníku tepla. Druhý výměník tepla je opatřen výstupem chladicí vody, který je připojen ke vstupu chladicí vody třetího výměníku tepla pro předání tepla ze spalin do chladicí vody, zatímco výstup chladicí vody třetího výměníku tepla je připojen k napájecí nádrži zdroje tepla a/nebo na topný okruh kotle a/nebo na jiný topný okruh.

Pro zvýšení teploty vystupujících spalin a/nebo pro regulaci koncové teploty spalin a/nebo pro regulaci výkonu předávaného tepla výměníkům tepla je v dalším výhodném provedení před vstupem spalin kontaktního výměníku

tepla uspořádaná regulačním prvkem opatřená odbočka do výstupu spalin z kontaktního výměníku tepla.

V dalším výhodném příkladném provedení zařízení podle vynálezu je mezi výstupem procesní vody druhého výměníku tepla a vstupem procesní vody kontaktního výměníku tepla zapojeno ústrojí na doplňování a/nebo odvádění procesní vody.

V ještě jiném výhodném provedení je druhý výměník tepla opatřen vstupem chladicí vody druhého výměníku tepla, který je připojen ke kondenzátoru páry umístěném za kondenzační částí parní turbíny a/nebo za parní turbínou a/nebo za parním topným systémem, přičemž chladicí voda je kondenzací páry vzniklý kondenzát o teplotě 0 až 80 °C nebo o teplotě 0 až 70 °C nebo o teplotě 0 až 60 °C nebo o teplotě 0 až 50 °C nebo o teplotě 0 až 40 °C.

V dalším výhodném provedení je výstup chladicí vody třetího výměníku tepla a/nebo výstup chladicí vody druhého výměníku tepla napojen na tepelný okruh, zejména na tepelný okruh kotle.

Konečně v ještě jiném výhodném provedení je výstup chladicí vody třetího výměníku tepla a/nebo výstup chladicí vody druhého výměníku tepla je připojen ke vstupu napájecí vody parního kotle a/nebo jiného tepelného zdroje a/nebo tepelného okruhu.

Výše popsané zařízení lze použít i tam, kde při překročení rosného bodu vznikají kyseliny, jejichž agresivita je nižší než u spalin, které obsahují kyseliny sírovou, siřičitou nebo chlorovodíkovou.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále podrobněji popsán podle přiložených výkresů, kde na obr. 1 je znázorněno první příkladné provedení zařízení podle vynálezu a na obr. 2 je znázorněno druhé příkladné provedení zařízení podle vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Dále bude popsáno příkladné provedení způsobu využití zbytkového tepla spalin, jejichž teplota je vyšší než teplota jejich rosného bodu a které obsahují agresivní složky, což jsou zejména spaliny u kotlů na pevná paliva, jako je uhlí nebo biomasa. U tohoto příkladného provedení se spaliny vytvořené v tepelném zdroji, například v kotli na pevná paliva, vedou proti procesní vodě, kterou ofukují pro předání své tepelné energie této procesní vodě, a to pro ohřátí této procesní vody na teplotu vyšší než je teplota rosného bodu spalin upravit podle 1. Nároku . Při tom se pH procesní vody nastavuje pro neutralizaci korozivních účinků kondenzujících agresivních složek spalin, a to na hodnotu převyšující 5 a nejlépe na hodnotu převyšující 7,5. Spalinami ohřátá procesní voda pak předává své teplo chladicí vodě pro její ohřátí.

U tohoto způsobu se teplo spalin, které by jinak unikalo do prostoru, předává procesní vodě, která proudí směrem proti spalinám, neutralizuje spaliny a těmito spalinami se dále ohřívá a transportuje teplo prostřednictvím sama sebe, tedy neutralizované procesní vody, a která nedovolí korozi teplosměnných ploch, zejména druhého výměníku tepla. Procesní voda proudí po vnějším povrchu vestavby výměníku tepla a převod tepla tedy probíhá přímo ze spalin na povrchovou procesní vodu - při předávání tepla této procesní vodě tedy teplo neprostupuje materiálem vestavby výměníku tepla. Proto může být kontaktní výměník tepla zhotoven i z materiálů netypických pro výměníky tepla, tedy z materiálů se špatnou tepelnou vodivostí, jako jsou umělé hmoty, např. typu polypropylén, polyetylén, PVDF a podobně, výčet není vyčerpávající, které jsou levné a je jich nekonečně mnoho. Zároveň z těchto umělých hmot lze vyrobit i žaluziovou, trubkovou či jinou vestavbu zvyšující kontaktní plochu výměníku tepla a tím i účinnost přeměny tepelné energie spalin do tepelné energie procesní vody. Prodloužení doby průtoku vestavbou výměníku tepla se zvyšuje doba, po kterou k přechodu tepla dochází a současně se zvyšuje účinnost neutralizace spalin. Pokud by se použila procesní voda s vyšším pH,

bylo by možné pro stavbu výměníku tepla použít i běžné kovové materiály, zejména na žaluziovou vestavbu, po nichž procesní voda proudí a průběžně neutralizuje kyseliny, vznikající ve spalinách zejména po jejich kondenzaci a chrání tak tento materiál před korozi. V takovém případě spaliny ohřívají zespodu kovovou vestavbu výměníku tepla a toto teplo se přenáší přímo na procesní vodu obtékající kovovou vestavbu výměníku tepla, navíc k teplu získanému ofukováním procesní vody.

Na obr. 1 je schematicky znázorněno příkladné provedení zařízení pro využití zbytkového tepla spalin podle vynálezu. Toto zařízení obsahuje kontaktní výměník **1** tepla pro předávání tepla ze spalin do procesní vody a druhý výměník **6** tepla pro předání tepla z procesní vody na chladicí vodu. Kontaktní výměník **1** tepla obsahuje spalinový vstup **8** pro přívod spalin, vstup **7** přívodu procesní vody a výstup **14** procesní vody je propojen s výstupem **9** procesní vody druhého výměníku **6** tepla, zatímco výstup **14** procesní vody kontaktního výměníku **1** tepla je propojen s prvním vstupem **10** procesní vody do druhého výměníku **6** tepla. Do oběhu procesní vody je k usazovací nádobě **3** připojeno ústrojí **5** na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující neutralizaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin. Kontaktní výměník **1** tepla je vybaven vestavbou **2** pro zvýšení účinnosti předání tepla. Tato vestavba **2** může mít např. voštinovou strukturu, přes kterou zespodu nahoru proudí spaliny a kterou shora dolů omývá procesní voda s vhodně nastaveným pH. Tato vestavba **2** slouží i pro zvýšení účinnosti předání tepla spalin procesní vodě, případně i pro zvýšení účinnosti neutralizace korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin. Voštinová struktura však není nezbytná, může jít i o trubkovou nebo jinak konstruovanou vestavbu s podobnými účinky jako vestavba voštinová.

Chladicí voda je zpravidla kondenzát vzniklý kondenzací páry v kondenzátoru páry umístěném za kondenzační částí parní turbíny a/nebo za parní turbínou a/nebo za parním topným systémem a/nebo topná voda, a má

teplotu v rozmezí od 0 do 80 °C, lépe od 0 do 50 °C nebo lépe od 0 do 40 °C. Oteplený kondenzát pak může být použit na napájecí vodu parního kotle a/nebo jiného tepelného zdroje a/nebo tepelného okruhu.

Mezi kontaktním výměníkem 1 tepla a druhým výměníkem 6 tepla je zapojena usazovací nádoba 3 pro usazení pevných částic spláchnutých z kontaktního výměníku 1 tepla. Do oběhu procesní vody je k usazovací nádobě 3 připojeno ústrojí 5 na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující neutralizaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin. Tato usazovací nádoba 3 je dále opatřena měřičem 27 pH a vyhrnovacím ústrojím 16 pro odstranění usazenin z usazovací nádoby 3.

Ústrojí 5 na doplňování alkálií je připojeno do usazovací nádoby 3. Mezi prvním výstupem 17 procesní vody z usazovací nádoby 3 a prvním vstupem 10 druhého výměníku 6 tepla je pak zapojeno první čerpadlo 4 procesní vody. Ústrojí 5 na doplňování alkálií však může být do oběhu procesní vody připojeno mezi výstup procesní vody kontaktního výměníku 1 tepla a první čerpadlo 4 procesní vody, jehož výstup je pak zapojen na první vstup 10 procesní vody do druhého výměníku 6 tepla. Toto ústrojí 5 na doplňování alkálií do procesní vody udržuje pH procesní vody na úrovni umožňující likvidaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin je nastaveno na udržení pH procesní vody na vhodnou hodnotu. Jako vhodná hodnota může stačit hodnota větší než 5,0, za jiných okolností musí být hodnota větší než 6,5 nebo 6,6, avšak nejlépe zařízení pracuje s hodnotou pH větší než 7,5.

U tohoto příkladného provedení obsahuje zařízení podle vynálezu ještě třetí výměník 18 tepla, který je uspořádán mezi výstupem spalin ze zdroje tepla a spalinovým vstupem 8 kontaktního výměníku 1 tepla. Druhý výměník 6 tepla je opatřen vstupem 19 chladicí vody a výstupem 20 chladicí vody který je připojen ke vstupu 21 chladicí vody třetího výměníku 18 tepla pro předání tepla ze spalin do chladicí vody. Výstup 22 chladicí vody třetího výměníku 18 tepla je

připojen k napájecí nádrži zdroje tepla a/nebo na topný okruh kotle a/nebo na jiný topný okruh. Tento třetí výměník **18** tepla netrpí korozí, neboť voda, která do něj vstupuje, je ohřátá nad rosný bod spalin, takže spaliny ve třetím výměníku **18** tepla nekondenzují a na ploše, kterou ofukují spaliny, se nevytvářejí žádné kyseliny.

Pro zvýšení teploty vystupujících spalin a/nebo pro regulaci koncové teploty spalin a/nebo pro regulaci výkonu tepla předávaného výměníkům **1**, **6**, do jisté míry i **18** tepla je před spalinovým vstupem **8** kontaktního výměníku **1** tepla uspořádaná regulačním prvkem **23** opatřená odbočka **24** do výstupu **25** spalin z kontaktního výměníku **1** tepla, který je případně přes regulační klapku **26** připojen ke kontaktnímu výměníku **1** tepla.

Mezi výstupem **9** procesní vody druhého výměníku **6** tepla a vstupem **7** procesní vody kontaktního výměníku **1** tepla je zapojeno ústrojí **29** na doplňování a/nebo odvádění procesní vody.

V činnosti tohoto zařízení vstupují spaliny do třetího výměníku **18** tepla s počáteční teplotou T1 a po průchodu třetím výměníkem **18** tepla vstupují do kontaktního výměníku **1** tepla s počáteční teplotou T2. Po průchodu kontaktním výměníkem **1** tepla odcházejí spaliny o teplotě T3 do ovzduší. Teplota spalin při průchodu výměníky **18** a **1** klesá z teploty T1 přes teplotu T2 na teplotu T3. Ještě teplota T2 je vyšší než rosný bod spalin, takže třetí výměník **18** tepla může být vyroben z materiálu, u něhož nejsou požadavky na korozivzdornost vysoké. V průběhu průchodu kontaktním výměníkem **1** tepla se teplota spalin dostává pod rosný bod spalin, avšak kyseliny na vestavbě **2** kontaktního výměníku **1** tepla jsou okamžitě neutralizovány procesní vodou s upraveným pH, která neustále omývá plochy vestavby **2**. Do ovzduší odcházející spaliny jsou tak ochlazený pod teplotu svého rosného bodu, aniž by působily korozi teplosměnných ploch výměníku.

Procesní voda je přiváděna ke vstupu **7** procesní vody kontaktního výměníku **1** tepla v jeho horní části a stéká po plochách vestavby **2** kontaktního

výměníku 1 tepla, je ofukována spalinami přicházejícími v protisměru vůči toku procesní vody, těmito spalinami se ohřívá a stéká přes výstup 14 procesní vody kontaktního výměníku 1 tepla do usazovací nádoby 3, v níž se usazují pevné částice spláchnuté z kontaktního výměníku 1 tepla. Tyto usazeniny jsou pak vyhrnovacím ústrojím 16 pro odstranění usazenin z usazovací nádoby 3 vylučovány z dalšího oběhu. Z prvního výstupu 17 procesní vody usazovací nádoby 3 je procesní voda čerpána prvním čerpadlem 4 procesní vody k prvnímu vstupu 10 procesní vody druhého výměníku 6 tepla.

V tomto druhém výměníku 6 tepla předává procesní voda své teplo chladicí vodě, která do druhého výměníku 6 tepla vstupuje přes vstup 19 chladicí vody se vstupní teplotou t_1 , typicky cca 35 - 40 °C. Z výstupu 20 chladicí vody jde chladicí voda o teplotě t_2 , která je typicky 90 až 95 °C ke vstupu 21 chladicí vody třetího výměníku 18 tepla pro předání tepla ze spalin do chladicí vody. Chladicí voda o teplotě t_3 , typicky 105 - 135 °C, pak z výstupu 22 chladicí vody třetího výměníku 18 tepla odchází k napájecí nádrži zdroje tepla a/nebo na topný okruh kotle a/nebo na jiný topný okruh.

Pro regulaci teploty chladicí vody je před spalinovým vstupem 8 kontaktního výměníku 1 tepla uspořádaná regulačním prvkem 23 opatřená odbočka 24 do výstupu 25 spalin z kontaktního výměníku 1 tepla, kterou může odcházet část spalin po průchodu třetím výměníkem 18 tepla přímo do ovzduší. Výstup 25 spalin kontaktního výměníku 1 tepla je přes regulační klapku 26 vyveden do ovzduší. Pokud by bylo třeba snížit teplotu chladicí vody, pootevře se regulační prvek 23 a přiškrtí se regulační klapka 26. Takto část spalin odchází z třetího výměníku 18 tepla přímo do ovzduší, aniž by prošla kontaktním výměníkem 1 tepla a aniž by předala část své tepelné energie procesní vodě.

Na obr. 2 je znázorněno další příkladné provedení zařízení podle ~~13.03.12~~ vynálezu. Oběh spalin je stejný jako u zařízení znázorněného na obr. 1. V oběhu procesní vody je ke větvi, kterou jde procesní voda z usazovací nádoby 3 přes druhý výměník 6 tepla ke vstupu 7 procesní vody kontaktního výměníku 1

tepla, přidána paralelní větev, vedoucí z druhého výstupu **11** procesní vody usazovací nádoby **3** přes druhé čerpadlo **28** procesní vody ke vstupu **12** procesní vody čtvrtého výměníku **13** tepla a z čtvrtého výměníku **13** tepla ke druhému vstupu **15** procesní vody druhého výměníku **6** tepla. Procesní voda se průtokem čtvrtým výměníkem **13** tepla ochladí na teplotu tp_3 , typicky $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ a průtokem druhým výměníkem **6** tepla se dochladí na teplotu tp_2 , typicky $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Průchodem kontaktním výměníkem **1** tepla se procesní voda znovu ohřívá na teplotu tp_1 , což je typicky $90 - 95\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rovněž chladicí voda má v tomto provedení dva okruhy, jeden shodný s okruhem popsáním v souvislosti s obr. 1 a druhý, kterým může být např. oběhová voda topného systému. Oběhová voda topného systému vstupuje v tomto provedení do čtvrtého výměníku **13** tepla např. o vstupní teplotě t_4 , typicky $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, a výstupní teplotě t_5 , typicky $90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Přítom chladicí voda o teplotě $t_1 = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ může být kondenzát z kondenzátoru páry umístěného za kondenzační parní turbínou o teplotě $t_1 = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$, a ohřívá se průtokem druhým výměníkem **6** tepla na teplotu $t_2 = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, a dále se ohřívá průtokem třetím výměníkem **18** tepla na teplotu $135\text{ }^{\circ}\text{C}$, vede se dále do napájecí nádrže kotle, odtud do kotle, ve kterém se vyrábí pára pro pohon kondenzační parní turbíny.

Variantně kondenzát může být studená vratka kondenzátu páry z topného okruhu sušárny, např. sladu, kde tato vratka je dochlazena sušícím vzduchem vstupujícím do sušárny sladu, na teplotu cca $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, dále se kondenzát ve druhém výměníku **6** tepla ohřeje na $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pak průtokem třetím výměníkem **18** tepla na teplotu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, odtud jde do napájecí nádrže kotle, odtud do kotle, kde se mění na páru, tato pára jde do sušárny do výměníku pára - vzduch, kde zkondenzuje a nasávaným vzduchem do sušárny se zkondenzovaná voda dochladí na teplotu cca $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a celý cyklus se opakuje.

V jiném příkladě může být tato chladicí voda studenou vratkou s topného okruhu o teplotě $t_1 = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ a může se ve druhém výměníku **6** tepla ohřát na

teplotu $t_2 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$, ve třetím výměníku **18** se ohřeje na $110 \text{ }^\circ\text{C}$ a odtud může jít například do topného okruhu nějaké tepelné soustavy na vytápění například plovárny. Variantně může tato voda jít do horkovodního kotle, kde se její teplota zvyšuje na např. na $150 \text{ }^\circ\text{C}$, která dále jde do topného okruhu na vytápění města.

Průmyslová využitelnost

Vynález je využitelný zejména u energobloků, kde se vyrábí el. energie v parních kondenzačních turbínách či parních kondenzačních meziodběrových turbínách, kde se vyskytuje nízkopotencionální chladící médium tj. zejména chladný kondenzát z kondenzačních parních turbosoustrojí a zejména tam, kde se spalují tuhá paliva, nebo i plynná paliva. A to tam, kde je větší či menší korozní zatížení kondenzačního výměníku. Dále všude tam, kde se vyskytuje nízkopotencionální médium, které je potřebné ohřát na teploty až dané teplotou varu procesní kaliny při daných atmosférických a tlakových podmínkách kontaktního výměníku.

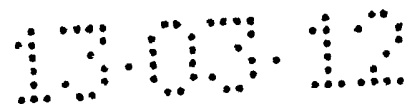
Seznam vztahových značek

- 1 - kontaktní výměník tepla
- 2 - vestavba kontaktního výměníku tepla
- 3 - usazovací nádoba
- 4 - první čerpadlo procesní vody
- 5 - ústrojí na doplňování alkálií do procesní vody
- 6 - druhý výměník tepla
- 7 - vstup přívodu procesní vody kontaktního výměníku tepla
- 8 - spalínový vstup kontaktního výměníku tepla
- 9 - výstup procesní vody druhého výměníku tepla
- 10 - vstup procesní vody do druhého výměníku tepla
- 11 - druhý výstup procesní vody usazovací nádoby
- 12 - vstup procesní vody čtvrtého výměníku tepla
- 13 - čtvrtý výměník tepla
- 14 - výstup procesní vody kontaktního výměníku tepla
- 15 - druhý vstup procesní vody druhého výměníku tepla
- 16 - vyhrnovací ústrojí
- 17 - první výstup procesní vody usazovací nádoby
- 18 - třetí výměník tepla
- 19 - první vstup chladicí vody druhého výměníku tepla
- 20 - výstup chladicí vody druhého výměníku tepla
- 21 - vstup chladicí vody třetího výměníku tepla
- 22 - výstup chladicí vody třetího výměníku tepla
- 23 - regulační prvek
- 24 - odbočka
- 25 - výstup spalin z kontaktního výměníku tepla
- 26 - regulační klapka
- 27 - měřič pH
- 28 - druhé čerpadlo procesní vody
- 29 - ústrojí na doplňování a/nebo odvádění procesní vody

Patentové nároky

1. Způsob využití zbytkového tepla spalin, jejichž počáteční teplota je vyšší než teplota jejich rosného bodu a které obsahují agresivní složky, zejména spalin u kotle na pevná paliva, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že tyto spaliny ofukují procesní vodu pro předání tepelné energie spalin procesní vodě pro ohřátí procesní vody na teplotu nejvýše varu procesní vody v daných atmosférických a tlakových podmínkách prostředí, přičemž pH procesní vody se nastavuje pro neutralizaci korozivních účinků kondenzujících agresivních složek spalin, načež spalinami ohřátá procesní voda předává své teplo chladicí vodě pro její ohřátí a takto ochlazená procesní voda se vede zpět do proudu spalin pro odebrání tepelné energie těmto spalinám.
2. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že chladicí voda se ohřeje na teploty vyšší než vstupní teplota chladicí vody, nejvýše však na teplotu odpovídající teplotě varu procesní vody v daných atmosférických a tlakových podmínkách prostředí.
3. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že chladicí vodou je kondenzát vzniklý kondenzací páry, zejména kondenzací páry pohánějící parní turbínu.
4. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že chladicí vodou je kondenzát vzniklý kondenzací páry za kondenzační parní turbínou.
5. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že chladicí voda je ochlazená vratka z topného systému o vstupní teplotě v rozmezí od 0 °C do 80 °C nebo lépe do 60 °C nebo nejlépe do 50 °C.
6. Způsob využití spalin podle nároku 3 nebo 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že kondenzát ohřátý procesní vodou je použit pro napájecí vodu parního kotle.

7. Způsob využití spalin podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že chladicí voda se procesní vodou ohřívá na teplotu vyšší než 40 °C nebo vyšší než 50 °C nebo vyšší než 60°C .
8. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že chladicí voda má před svým ohřevem procesní vodou teplotu v rozmezí od 0°C do 80 °C nebo alespoň do 60 °C nebo alespoň do 50 °C nebo alespoň do 40 °C.
9. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že chladicí voda ohřátá spalinami prostřednictvím procesní vody se přivádí do proudu spalin před oblast ofukování procesní vody pro další zvýšení její teploty.
10. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pH procesní vody ofukované spalinami je větší než 5,0, případně větší než 6,5 nebo případně větší než 6,9.
11. Způsob využití spalin podle nároku 10, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pH procesní vody ofukované spalinami je větší než 7,5.
12. Způsob využití spalin podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že tuhé látky se po usazení odlučují z procesní vody.
13. Zařízení pro provádění způsobu podle nároků 1 až 12, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje kontaktní výměník (1) tepla pro předávání tepla ze spalin do procesní vody, k jehož spalinovému vstupu (8) je připojen výstup spalin z kotle na pevná paliva a/nebo ze spalovacího zařízení obsahujícího agresivní spaliny pro vedení spalin kontaktním výměníkem (1) tepla, a proti němu vstup (7) procesní vody pro kontaktní příjem tepla ze spalin v kontaktním výměníku (1) tepla, přičemž výstup (14) procesní vody kontaktního výměníku (1) tepla je připojen k prvnímu vstupu (10) procesní vody druhého výměníku (6) tepla pro předání tepla z procesní vody na chladicí vodu, zatímco výstup (9) procesní vody z druhého výměníku (6) tepla je připojen ke vstupu (7) procesní vody kontaktního

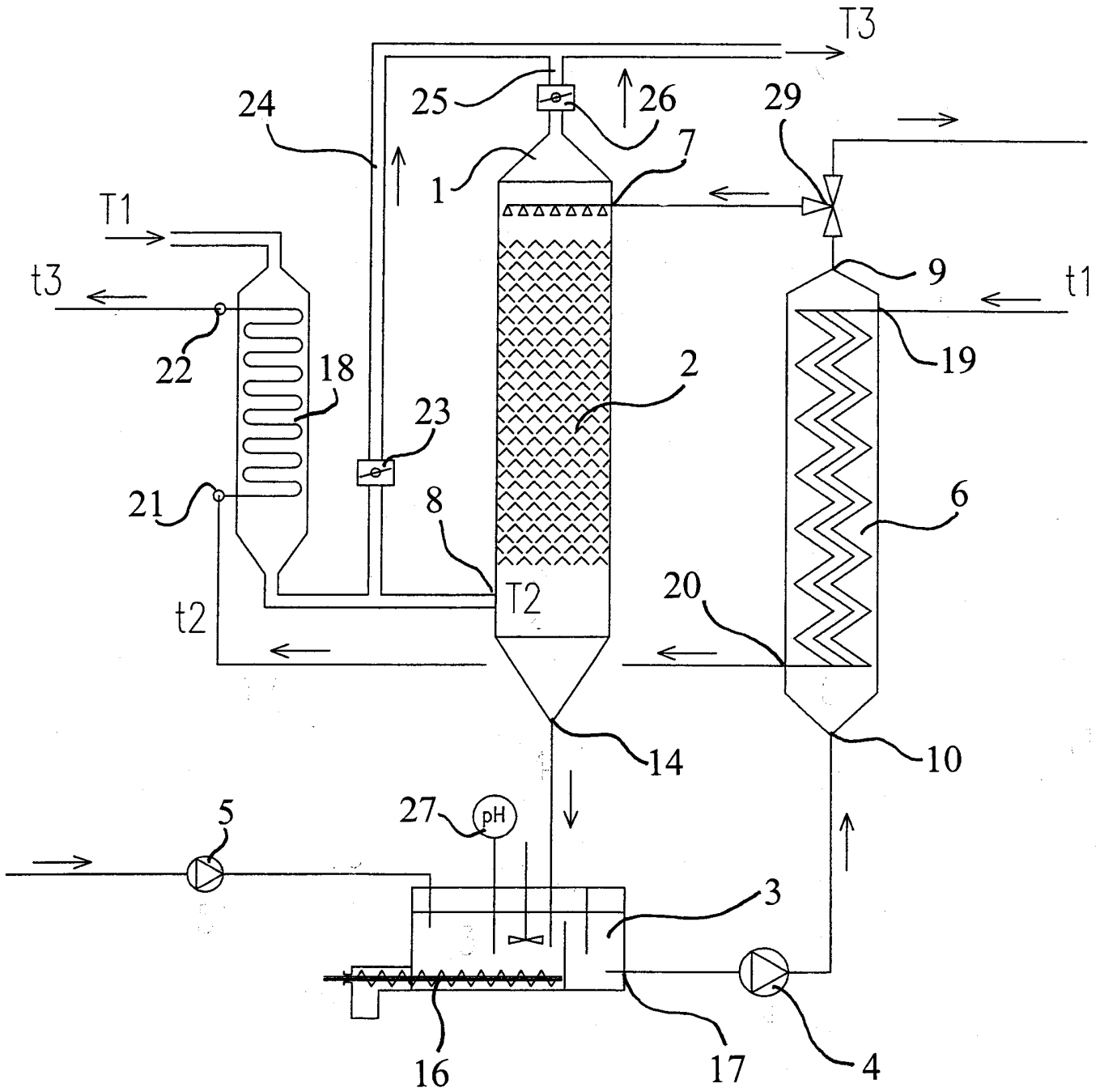


výměníku (1) tepla, a přičemž do oběhu procesní vody je připojeno ústrojí (5) na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující neutralizaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin.

14. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že kontaktní výměník tepla (1) je vybaven vestavbou (2) pro zvýšení účinnosti předání tepla a/nebo pro oplach vnitřních struktur kontaktního výměníku (1) tepla a/nebo pro zvýšení účinnosti předání tepla spalin procesní vodě a/nebo pro zvýšení účinnosti neutralizace korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin.
15. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že spalinový vstup (8) kontaktního výměníku (1) tepla je uspořádán ve spodní části kontaktního výměníku (1) tepla a vstup (7) procesní vody pro oplach vnitřních struktur kontaktního výměníku (1) tepla a pro příjem tepla ze spalin je uspořádán v horní části kontaktního výměníku (1) tepla.
16. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že mezi kontaktním výměníkem (1) tepla a druhým výměníkem (6) tepla je zapojena usazovací nádoba (3) pro usazení pevných částic spláchnutých z kontaktního výměníku (1) tepla.
17. Zařízení podle nároku 16, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že usazovací nádoba (3) pro usazení pevných částic spláchnutých z kontaktního výměníku (1) tepla je opatřena vyhrnovacím ústrojím (16) pro odstranění usazenin z usazovací nádoby (3).
18. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ústrojí (5) na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující likvidaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin je nastaveno na udržení pH procesní vody na hodnotu větší než 5,0, zejména na hodnotu větší než 6,5, lépe na hodnotu větší než 6,9 a nejlépe na hodnotu větší než 7,5.

19. Zařízení podle nároku 16, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že mezi usazovací nádobou (3) pro usazení pevných částic spláchnutých z kontaktního výměníku (1) tepla a výměníkem (6) tepla pro předání tepla z procesní vody na chladicí vodu je zapojeno první čerpadlo (4) procesní vody.
20. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ústrojí (5) na doplňování alkálií do procesní vody pro udržení pH procesní vody na úrovni umožňující neutralizaci korozivních účinků kyselin vznikajících při kondenzaci spalin je do oběhu procesní vody připojeno k usazovací nádobě (3).
21. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že druhý výměník (6) tepla je opatřen výstupem (20) chladicí vody, který je připojen ke vstupu (21) chladicí vody třetího výměníku (18) tepla pro předání tepla ze spalin do chladicí vody, přičemž třetí výměník (18) tepla je uspořádán mezi výstupem spalin ze zdroje tepla a spalinovým vstupem (8) kontaktního výměníku (1) tepla, zatímco výstup (22) chladicí vody třetího výměníku (18) tepla je připojen k napájecí nádrži zdroje tepla a/nebo na topný okruh kotle a/nebo na jiný topný okruh.
22. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pro zvýšení teploty vystupujících spalin a/nebo pro regulaci koncové teploty spalin a/nebo pro regulaci výkonu předávaného tepla výměníkům (1, 6, 18) tepla je před spalinovým vstupem (8) kontaktního výměníku (1) tepla uspořádaná regulačním prvkem (23) opatřená odbočka (24) do výstupu (25) spalin z kontaktního výměníku (1) tepla.
23. Zařízení podle nároku 22, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pro zvýšení teploty vystupujících spalin a/nebo pro regulaci koncové teploty spalin a/nebo pro regulaci výkonu předávaného tepla výměníkům (1, 6, 18) je na výstupu (25) spalin z kontaktního výměníku (1) tepla umístěná regulační klapka (26).

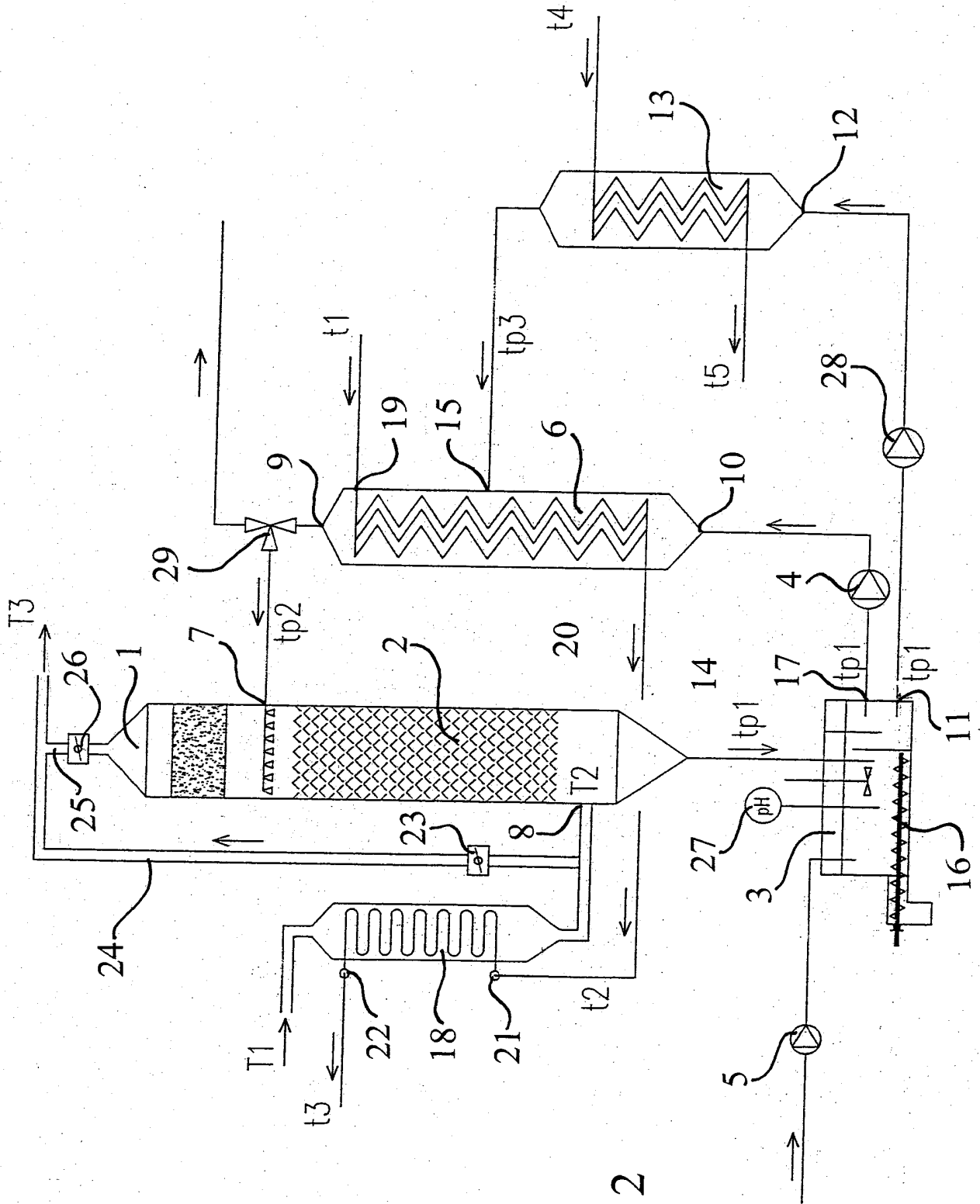
24. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mezi výstupem (9) procesní vody druhého výměníku (6) tepla a vstupem (7) procesní vody kontaktního výměníku (1) tepla je zapojeno ústrojí (29) na doplňování a/nebo odvádění procesní vody.
25. Zařízení podle nároku 13, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že druhý výměník (6) tepla je opatřen vstupem (19) chladicí vody druhého výměníku (6) tepla, který je připojen ke kondenzátoru páry umístěném za kondenzační částí parní turbíny a/nebo za parní turbínou a/nebo za parním topným systémem, přičemž chladicí voda je kondenzací páry vzniklý kondenzát o teplotě 0 až 80 °C nebo o teplotě 0 až 70 °C nebo o teplotě 0 až 60 °C nebo o teplotě 0 až 50 °C nebo o teplotě 0 až 40 °C.
26. Zařízení podle nároku 21, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že výstup (22) chladicí vody třetího výměníku (18) tepla a/nebo výstup (20) chladicí vody druhého výměníku (6) tepla je připojen ke vstupu napájecí vody parního kotle a/nebo jiného tepelného zdroje a/nebo tepelného okruhu.
27. Zařízení podle nároku 21, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že výstup (22) chladicí vody třetího výměníku (18) tepla a/nebo výstup (20) chladicí vody druhého výměníku (6) tepla je napojen na tepelný okruh, zejména na tepelný okruh kotle.



Obr. 1

2/2

13.03.12
PV 2012-165



Obr. 2

