

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 480

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

F28F 27/00 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

F24D 3/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-399**

(22) Přihlášeno: **15.06.2015**

(40) Zveřejněno: **08.02.2017**

(Věstník č. 6/2017)

(47) Uděleno: **28.12.2016**

(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **08.02.2017**

(Věstník č. 6/2017)

(56) Relevantní dokumenty:

US 5615733 A; US 201422218 A; WO 2012065276 A; US 4245501 A.

(73) Majitel patentu:
Ing. Jiří Dostál, Choceň, CZ

(72) Původce:
Ing. Jiří Dostál, Choceň, CZ

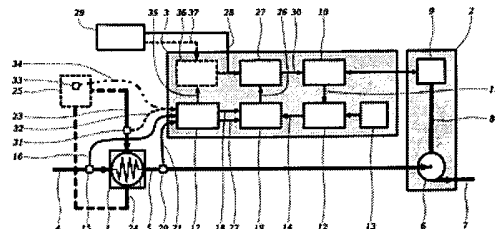
s jedním vstupem regulátoru (27) výkonu, jehož druhý vstup (28) je propojen s prvním výstupem operátorské jednotky (29) a jehož výstup (30) je propojen se vstupem jednotky (10) řízení motoru.

(54) Název vynálezu:

Zapojení systému pro řízení výkonu a diagnostiku tepelného výměníku

(57) Anotace:

Zapojení systému pro řízení výkonu a diagnostiku tepelného výměníku, kde tepelný výměník (1) má primární přívod (4) primární teplotnosné kapaliny opatřený prvním teplotním senzorem (15) a primární vývod (5) pro vyvedení primární teplotnosné kapaliny opatřený druhým teplotním senzorem (20). Primární vývod (5) je zaústěn do oběžného kola (6) pumpy (2) propojeného s motorem (9) a opatřeného potrubím (7) pro vedení primární teplotnosné kapaliny ke zdroji tepla a od něj zpět do primárního přívodu (4). Mezi výměníkem (1) a pumpou (2) je zařazena řídicí jednotka (3) obsahující jednotku (10) řízení motoru. Výměník (1) má také sekundární přívod (23) sekundární teplotnosné kapaliny a sekundární vývod (24) propojený zpět přes tepelnou zónu (25) se sekundárním přívodem (23). Řídicí jednotka (3) má na svém vstupu teplotní modul (17), na jehož první vstup je prvním komunikačním kanálem (16) připojen výstup prvního teplotního senzoru (15) a na jehož druhý vstup je druhým komunikačním kanálem (21) připojen výstup druhého teplotního senzoru (20). Teplotní modul (17) má výstup (18) primární vstupní teploty propojen s jedním vstupem bloku (19) výpočtu výkonu a výstup (22) primární výstupní teploty s jeho druhým vstupem. Na třetí vstup (14) bloku (19) výpočtu výkonu je připojen výstup bloku (12) odhadu průtoku, jehož jeden vstup je propojen s výstupem paměti (13) a druhý vstup je propojen přes sběrnici (11) s výstupem jednotky (10) řízení motoru. Výstup (26) odhadu předávaného tepelného výkonu z bloku (19) výpočtu výkonu je spojen



Zapojení systému pro řízení výkonu a diagnostiku tepelného výměníku

Oblast techniky

5

Řízení dodávky tepla je základním technologickým předpokladem mnoha průmyslových procesů a nutným prvkem u obytných prostor. Teplo ze zdroje tepla je transportováno pomocí distribuční sítě až do koncových výměníků tepla, kde je spotřebováno. Řízení výkonu koncových tepelných výměníků je pak důležitým nástrojem pro regulaci teploty v přidružených procesech či místnostech. Diagnostika tepelných výměníků za běhu je pak předpokladem zajištění správného a dlouhodobého fungování tepelného výměníku.

10

Dosavadní stav techniky

15

Jsou známa řešení EP 1752852B1, EP 2778546A1, US 5443207A, US 5622221A, US 4629116, US 20010063221, US 7648347B2, kde je hmotnostní tok teplosnosného média pumpou regulován tak, aby teplota teplosnosného média, popřípadě tepelné zóny, odpovídala požadované hodnotě. Tato řešení snímají pouze teplotu v tepelné zóně. Nevýhodou těchto řešení je, že absolutní tepelný výkon výměníku je závislý také na teplotách médií vstupujících do tepelného výměníku. Tato řešení neposkytují dodávku tepelného výkonu nezávisle na změnách teplot teplosnosných médií vstupujících do výměníku.

20

Pro určení aktuálního absolutního výkonu tepelného výměníku a jeho řízení je třeba znát aktuální hodnotu objemového průtoku alespoň jednoho teplosměnného média a teplotní spád přes výměník na tomto médiu. Je známo řešení podle dokumentu US 20140222218. Zde je použit teplotní sensor na vstupním primárním vedení a výstupním primárním vedení výměníku a průtokoměr zapojený na primárním vedení. Tato senzorická data jsou vedena do řídicí jednotky, kde je z nich spočítán aktuální absolutní výkon. Ke změně hodnoty průtoku je použit ventil s motorem ovládaný řídicí jednotkou. Nevýhodou tohoto řešení je, že k měření průtoku využívá průtokoměr. Použití průtokoměru výrazně zvyšuje cenu zařízení a snižuje spolehlivost. V těchto řešeních jsou snímány teploty přívodního a výstupního média.

25

30

Určit hodnotu objemového průtoku je možné přímo z aktuálních provozních parametrů pumpy tepelného výměníku, toto řešení je popsáno např. v dokumentu US 8714934. Řešení používá měření otáček a elektrického výkonu motoru pumpy a teploměr připojen na cívku motoru. Tyto senzorické informace jsou zpracovány v mikroprocesoru a ten z výkonové charakteristiky pumpy uložené v paměti mikroprocesoru určí hodnotu průtoku kapaliny pumpou. Tato metoda nicméně byla známa již před udělením tohoto patentu například v článku Ganapathy, V. „Check pump performance from motor data.“ CHEMICAL ENGINEERING 93.19 (1986): 91–92. Toto řešení neobsahuje řízení tepelného výkonu výměníků.

35

40

Systém diagnostiky tepelného výměníku za běhu je znám např. z řešení podle dokumentu US 56-15733. Zde je tepelný výměník osazen teploměry na vstupním a výstupním vedení teplé vody a vstupním a výstupním vedení studené vody, přičemž na vstupním vedení teplé vody je zapojen průtokoměr. Tato senzorická měření jsou propojena do mikroprocesoru, který vypočítává celkový koeficient přestupu tepla z teplé do studené vody. Z koeficientu přestupu tepla je počítána tloušťka zanesení. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost použití průtokoměru ke zjištění průtoku teplosnosné kapaliny.

45

50

Měření spotřeby tepla na výměníku je známo např. z řešení podle dokumentu US 4245501. Zde jsou připojeny teploměry na vstupní a výstupní vedení spotřebiče tepla a na vedení je zapojen průtokoměr. Analogová elektronika z teplotní difference na vedení přes spotřebič tepla a hodnoty průtoku spočítá aktuální spotřebu tepla a uloží ji do registru. Nevýhodou toho řešení je nutnost použití průtokoměru ke zjištění průtoku ve vedení. Dále je známo řešení podle dokumentu US

55

2013/0259083 A1, které používá teploměry připojené na vstupním a výstupním vedení spotřebiče tepla a ultrazvukový průtokoměr. Tato senzorická data jsou připojena do mikroprocesoru, který určí hodnotu aktuálního tepelného toku. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost použití průtokoměru.

5

Podstata vynálezu

Obsahem nového řešení je zapojení systému pro řízení a diagnostiku tepelného výměníku a z něho plynoucí metoda řízení absolutního tepelného výkonu tepelných výměníků, například typu voda-vzduch, používaných při klimatizaci obytných budov, a systém diagnostiky těchto výměníků.

V tomto zapojení má tepelný výměník primární přívod primární teplotnosné kapaliny opatřený prvním teplotním senzorem a primární vývod pro vyvedení primární teplotnosné kapaliny opatřený druhým teplotním senzorem. Primární vývod je zaústěn do oběžného kola pumpy, propojeného s motorem a opatřeného potrubím pro vedení primární teplotnosné kapaliny ke zdroji tepla a od něj zpět do primárního přívodu. Mezi výměníkem a pumpou je zařazena řídicí jednotka. Řídicí jednotka obsahuje jednotku řízení motoru propojenou obousměrně s motorem pumpy. Současně je výměník opatřen sekundárním přívodem sekundární teplotnosné kapaliny a sekundárním vývodem propojeným zpět přes tepelnou zónu se sekundárním přívodem. Podstatou nového zapojení systému pro řízení a diagnostiku tepelného výměníku je, že řídicí jednotka má na svém vstupu teplotní modul, na jehož první vstup je prvním komunikačním kanálem připojen výstup prvního teplotního senzoru a na jehož druhý vstup je druhým komunikačním kanálem připojen výstup druhého teplotního senzoru. Teplotní modul má výstup primární vstupní teploty propojen s jedním vstupem bloku výpočtu výkonu a výstup primární výstupní teploty s druhým vstupem bloku výpočtu výkonu. Na třetí vstup bloku výpočtu výkonu je připojen výstup bloku odhadu průtoku. Jeho jeden vstup je propojen s výstupem paměti a druhý vstup je propojen přes sběrnici s výstupem jednotky řízení motoru. Výstup odhadu předávaného tepelného výkonu z bloku výpočtu výkonu je spojen s jedním vstupem regulátoru výkonu, jehož druhý vstup požadavku výkonu je propojen s prvním výstupem operátorské jednotky a jehož výstup je propojen se vstupem jednotky řízení motoru.

V jednom výhodném provedení je k sekundárnímu přívodu výměníku připojen třetí teplotní senzor, který je třetím komunikačním kanálem propojen se třetím vstupem teplotního modulu. Teplotní modul má výstup teploty zóny propojený s jedním vstupem regulátoru teploty, na jehož druhý vstup požadavku teploty tepelné zóny je připojen druhý výstup operátorské jednotky, a jehož výstup je propojen se vstupem požadavku výkonu regulátoru výkonu.

V dalším výhodném provedení je teplotní senzor na sekundárním přívodu výměníku nahrazen čtvrtým teplotním senzorem umístěným v teplotní zóně, který je čtvrtým komunikačním kanálem propojen se třetím vstupem teplotního modulu. Teplotní modul má výstup teploty zóny propojený s jedním vstupem regulátoru teploty, na jehož druhý vstup požadavku teploty tepelné zóny je připojen druhý výstup operátorské jednotky, a jehož výstup je propojen se vstupem požadavku výkonu regulátoru výkonu.

Řídicí jednotka může být rozšířena o vložený modul diagnostiky. Na jeho první vstup je připojen výstup primární vstupní teploty, na jeho druhý vstup je připojen výstup teploty zóny teplotního modulu a na jeho třetí vstup je připojen výstup odhadu předávaného tepelného výkonu. Výstup diagnostických informací modulu diagnostiky je propojen s operátorskou jednotkou.

Je rovněž možné doplnit řídicí jednotku o modul spotřeby, kde na jeho první vstup je přiveden výstup odhadu předávaného tepelného výkonu, a jehož výstup informací o spotřebě je propojen s operátorskou jednotkou.

Výhodou popsaného řešení je to, že absolutní tepelný výkon tepelné výměníku je udržován na požadované hodnotě nezávisle na změnách tlaku primární teplotnosné tekutiny v primárním vedení, nezávisle na změnách primární vstupní teploty a dále pak také nezávisle na změnách sekundární vstupní teploty a průtoku na sekundárním teplotnosném vedení. Pokud je systém určen přímo k řízení teploty zóny za pomoci zónového regulátoru, tak se výše uvedené změny nepropagují do teploty v zóně. Tím je zajištěno kvalitnější regulace na požadovanou hodnotu teploty zóny.

Další výhodou předpokládaného zapojení je možnost vložení modulu diagnostiky výměníku za chodu. Diagnostika tepelných výměníků za chodu umožňuje odhalit zhoršující se účinnost výměníku a s předstihem výměník opravit, či vzdáleně zjistit, zda na výměníku došlo k poruše a tím zajistit co nejrychlejší obnovení funkce. Další výhodou je, že v jednom zapojení systému může být integrován i modul měření spotřeby tepelné energie. Informace o spotřebě může být využita například pro rozúčtování nákladů na teplo mezi spotřebiteli tepla na jednom tepelném rozvodu.

15

Objasnění výkresů

Konkrétní příklady provedení technického řešení jsou schematicky znázorněny na připojených výkresech. Na Obr. 1 je uveden náčrtek propojení čerpadla, tepelného výměníku a řídicí jednotky s vyznačenými místy připojení teplotních senzorů a zapojením bloků pro řízení výkonu tepelného výměníku a řízení teploty v tepelné zóně. Obr. 2 znázorňuje rozšíření řídicí jednotky o diagnostický modul a Obr. 3 znázorňuje rozšíření řídicí jednotky o modul měření spotřeby tepla. Na Obr. 4 je zobrazena příkon-průtok charakteristika pumpy.

Výkresy, které znázorňují technické řešení, a následně popsané příklady konkrétního provedení, v žádném případě neomezuji rozsah ochrany uvedený v definici, ale jen objasňují podstatu technického řešení.

Příklady uskutečnění vynálezu

Systém na Obr. 1 sestává z tepelného výměníku 1, pumpy 2 a řídicí jednotky 3. Tepelný výměník 1 má primární přívod 4 primární teplotnosné kapaliny opatřený prvním teplotním senzorem 15 a primární vývod 5 pro vyvedení primární teplotnosné kapaliny je opatřený druhým teplotním senzorem 20. Primární vývod 5 je zaústěn do oběžného kola 6 pumpy 2 propojeného s motorem 9 a opatřeného potrubím 7 pro vedení primární teplotnosné kapaliny ke zdroji tepla a od něj zpět do primárního přívodu 4. Mezi výměníkem 1 a pumpou 2 je zařazena řídicí jednotka 3. Řídicí jednotka 3 obsahuje jednotku 10 řízení motoru, která je propojená obousměrně s motorem 9 pumpy 2. Současně je výměník 1 opatřen sekundárním přívodem 23 sekundární teplotnosné kapaliny a sekundárním vývodem 24 propojeným zpět přes tepelnou zónu 25 se sekundárním přívodem 23 sekundární teplotnosné kapaliny. Řídicí jednotka 3 má na svém vstupu teplotní modul 17, na jehož první vstup je prvním komunikačním kanálem 16 připojen výstup prvního teplotního senzoru 15 a na jehož druhý vstup je druhým komunikačním kanálem 21 připojen výstup druhého teplotního senzoru 20. Teplotní modul 17 má výstup 18 primární vstupní teploty propojen s jedním vstupem bloku 19 výpočtu výkonu a výstup 22 primární výstupní teploty s druhým vstupem bloku 19 výpočtu výkonu. Na třetí vstup 14 bloku 19 výpočtu výkonu je připojen výstup bloku 12 odhadu průtoku, jehož jeden vstup je propojen s výstupem paměti 13 a druhý vstup je propojen přes sběrnici 11 s výstupem jednotky 10 řízení motoru. Výstup 26 odhadu předávaného tepelného výkonu z bloku 19 výpočtu výkonu je spojen s jedním vstupem regulátoru 27 výkonu, jehož druhý vstup 28 požadavku výkonu je propojen s prvním vstupem operátorské jednotky 29 a jehož výstup 30 je propojen se vstupem jednotky 10 řízení motoru.

Primární teplotnosná tekutina je primárním přívodem 4 přivedena do výměníku 1, z něhož je posléze vyvedena primárním vývodem 5, který jí přivádí do oběžného kola 6 a potrubím 7 je primární teplotnosná tekutina vedena ke zdroji tepla, odkud je přivedena zpět na primární přívod 4.

Takto je spojen primární okruh. Primární teplotnosná tekutina je primárním okruhem pumpována oběžným kolem 6, které je přes hřídel 8 či bezhřídelově poháněno motorem 9. Elektrický proud cívkami motoru 9 je řízen jednotkou 10 řízení motoru. Informace o průběhu proudu jsou předávány z jednotky 10 řízení motoru přes sběrnici 11 do bloku 12 odhadu průtoku. Blok 12 odhadu průtoku z aktuálního průběhu elektrického proudu cívkami motoru 9 a charakteristik zobrazených na Obr. 4 uložených v paměti 13 určí aktuální odhad hodnoty průtoku primárním okruhem a předá ji na třetí vstup 14 modulu 19 výpočtu výkonu.

Paměť 13 uchovává charakteristiku příkon–průtok pumpy 2 při konstantních otáčkách oběžného kola 6 pro všechny otáčky z rozsahu pumpy 2.

K primárnímu přívodu 4 primární teplotnosné kapaliny je připojen první teplotní senzor 15, který informaci o teplotě předává prvním komunikačním kanálem 16, kabelem či bezdrátově, teplotnímu modulu 17, který informaci o teplotě vyhodnocuje, a jako primární vstupní teplotu ji z výstupu 18 předá modulu 19 výpočtu výkonu. K primárnímu vývodu 5 je připojen druhý teplotní senzor 20, který informaci o teplotě předává, kabelem či bezdrátově, druhým komunikačním kanálem 21 teplotnímu modulu 17. Ten informaci o teplotě zpracovává a předává ji z výstupu 22 primární vstupní teploty modulu 19 výpočtu výkonu.

Sekundární teplotnosná tekutina je do výměníku 1 přivedena sekundárním přívodem 23 sekundární teplotnosné kapaliny. Ve výměníku 1 dojde k výměně tepla mezi primární a sekundární tekutinou a sekundární tekutina je poté odvedena sekundárním vývodem 24 skrze tepelnou zónu 25 zpět na sekundární přívod 23.

V modulu 19 výpočtu výkonu je vypočten aktuální odhad předávaného tepelného výkonu ve výměníku 1. Odhad předávaného tepelného výkonu je komunikován přes výstup 26 odhadu předávaného tepelného výkonu do regulátoru 27 výkonu. Do regulátoru 27 výkonu je také na druhý vstup 28 požadavku výkonu předávána informace o požadovaném výkonu z prvního výstupu operátorské jednotky 29. Regulátor 27 výkonu řídí svým výstupem 30 přes jednotku 10 řízení motoru otáčky motoru 9 a tím i otáčky oběžného kola 6 vždy tak, aby se odhad předávaného výkonu na výstupu 26 z bloku 19 výpočtu výkonu asymptoticky blížil k hodnotě požadavku výkonu na druhém vstupu 28 regulátoru výkonu přivedeného z prvního výstupu operátorské jednotky 29.

Alternativně může být k sekundárnímu přívodu 23 výměníku i připojen třetí teplotní senzor 31. Tento třetí teplotní senzor 31 je třetím komunikačním kanálem 32 propojen se třetím vstupem teplotního modulu 17, který je opatřen výstupem 35 teploty zóny propojeným s jedním vstupem regulátoru 36 teploty. Na druhý vstup 37 požadavku teploty tepelné zóny 25 regulátoru 36 teploty je pak připojen druhý výstup operátorské jednotky 29. Výstup regulátoru 36 teploty je propojen s druhým vstupem 28 požadavku výkonu regulátoru 27 výkonu. Třetí teplotní senzor 31 třetím komunikačním kanálem 32 předává, kabelem či bezdrátově, informaci o teplotě v tepelné zóně 25 do teplotního modulu 17.

Informace o teplotě v tepelné zóně 25 může být alternativně získána také ze čtvrtého teplotního senzoru 33 umístěného v tepelné zóně 25 čtvrtým komunikačním kanálem 34, a to kabelem či bezdrátově. Čtvrtý komunikační kanál 34 je namísto komunikačního kanálu 32 propojen se třetím vstupem teplotního modulu 17, který je opatřen výstupem 35 teploty zóny propojeným s jedním vstupem regulátoru 36 teploty. Na druhý vstup 37 požadavku teploty zóny regulátoru 36 teploty je připojen druhý výstup operátorské jednotky 29. Výstup regulátoru 36 teploty je propojen s druhým vstupem 28 požadavku výkonu regulátoru 27 výkonu.

Regulátor 36 teploty řídí druhý vstup 28 požadavku výkonu regulátoru 27 výkonu tak, aby se vždy teplota výstupu 35 zóny asymptoticky blížila informaci o požadavku teploty zóny na druhém výstupu operátorské jednotky 29.

Rozšíření řídicí jednotky o diagnostiku tepelného výměníku je uvedeno na Obr. 2. Řídicí jednotka 3 má vložen modul 39 diagnostiky, kde na jeho první vstup je připojen výstup 18 primární vstupní teploty, na jeho druhý vstup je připojen výstup 35 teploty zóny teplotního modulu 17 a na jeho třetí vstup je připojen výstup 26 odhadu předávaného tepelného výkonu. Výstup 40 diagnostických informací modulu 39 diagnostiky je propojen s operátorskou jednotkou 29. Do modulu 39 diagnostiky vstupuje z výstupu 18 primární vstupní teplota, z výstupu 35 teplota tepelné zóny 25 a z výstupu 26 odhad předávaného tepelného výkonu. Modul 39 diagnostiky vypočte diagnostické informace a z výstupu 40 je předá operátorské jednotce 29.

Dále lze řídicí jednotku rozšířit o měření spotřeby tepla tak, jak je uvedeno na Obr. 3. Řídicí jednotka 3 má vložen modul 41 spotřeby. Na jeho první vstup je přiveden výstup 26 odhadu předávaného tepelného výkonu a jeho výstup 42 informací o spotřebě je propojen s operátorskou jednotkou 29. Do modulu 41 spotřeby tepla vstupuje z výstupu 26 odhad předávaného tepelného výkonu. Modul 41 spotřeby tepla vypočte aktuální spotřebu a z výstupu 42 ji předá operátorské jednotce 29.

Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že pumpa 2 je připojena přímo na přívodním nebo vratném vedením primárního teplotního média výměníku 1. Teplotní senzory 15, 20, 31 případně 33 jsou připojeny tak, aby snímaly teplotu primárního teplotního média na přívodu do výměníku 1, teplotu primárního teplotního média na výstupu z výměníku 1 a teplotu sekundárního teplotního média na vstupu do výměníku 1, případně teplotu v tepelné zóně 25. Tato teplotní měření jsou realizována pomocí teplotních senzorů připojených na kabelu nebo bezdrátově. Řídicí jednotka 3 obsahuje mikroprocesor, v němž je algoritmicky realizován blok 12 odhadu průtoku, paměť 13, blok 19 výpočtu výkonu a regulátor 27 výkonu, tedy bloky sloužící k řízení absolutního výkonu, a regulátor 36 teploty, zajišťující řízení teploty v tepelné zóně 25. Algoritmicky jsou v mikroprocesoru realizovány také modul 39 diagnostiky a modul 41 spotřeby, které zajišťují on-line diagnostiku tepelných vlastností výměníku a měření spotřeby tepelné energie. Řídicí jednotka 3 dále obsahuje jednotku 10 řízení motoru určenou k řízení otáček motoru 9 pumpy 2 a teplotní modul 17 sloužící ke sběru teplotních dat.

Metoda řízení tepelného výkonu tepelného výměníku je založena na rovnici pro tepelný tok

$$Q_p = \dot{m}_p c_{p,p} (T_{p,\text{přívodní}} - T_{p,\text{vratná}}),$$

kde $Q_p [W]$ je absolutní tepelný tok z primárního média v ustáleném stavu, $\dot{m}_p [kg/s]$ je hmotnostní tok primárního teplotního média, $c_{p,p} [J/kgK]$ je hmotnostní specifická tepelná kapacita primárního teplotního média a $(T_{p,\text{přívodní}} - T_{p,\text{vratná}}) [K]$ je teplotní spád na primárním teplotním médiu přes výměník 1. Hmotnostní tok $\dot{m}_p$ je odhadován algoritmem realizovaným v modulu 12 mikroprocesoru řídicí jednotky 3 z otáček a příkonu motoru 9 pumpy 2. Specifická tepelná kapacita média je konstanta získaná z fyzikálních tabulek a teplotní spád $(T_{p,\text{přívodní}} - T_{p,\text{vratná}})$ je měřen pomocí připojeného prvního teplotního senzoru 15 a druhého teplotního senzoru 20. V bloku 19 výpočtu výkonu je podle výše uvedené rovnice vypočten aktuální absolutní tepelný výkon a pomocí regulátoru 27 výkonu je dosaženo přesného řízení absolutního tepelného toku na požadavek na výkon. Požadavek na výkon je komunikován z operátorské jednotky 29 nebo regulátoru teploty 36, pokud je zapojen.

Zapojení systému a řídicí algoritmy zajistí, že aktuální výkon výměníku 1 bude vždy, pokud to je fyzikálně možné, regulován na požadovanou hodnotu nezávisle na změnách tlaku nebo hydrostatického odporu na primárním vedení, nezávisle na změnách přívodní teploty primárního média a nezávisle na změnách teploty a průtoku sekundárního média.

Metoda on-line diagnostiky tepelného výměníku 1 je založena na metodě efektivit tepelných výměníků (NTU) a tedy rovnici

$$Q_s = \varepsilon \dot{V}_s c_{V,s} (T_{p,\text{přívodní}} - T_{s,\text{přívodní}}),$$

kde $Q_s[W]$ je absolutní tepelný tok do sekundárního média v ustáleném stavu, $\varepsilon[.]$ je eficeience přenosu tepla použitého výměníku, $\dot{V}_s[m^3/s]$ je objemový průtok sekundárního média, $c_{V,s}[J/m^3 K]$ je objemová specifická tepelná kapacita sekundárního teplotnosného média získaná z fyzikálních tabulek a $(T_{p,přívodní} - T_{s,přívodní})[K]$ je teplotní rozdíl mezi vstupní teplotou primárního a vstupní teplotou sekundárního média.

Po odeznění přechodových dějů se teplo předané z primárního média rovná teplu předanému do sekundárního média $Q_p = Q_s$. Jelikož se měří teplotní rozdíl vstupů obou médií, tepelná kapacita je konstanta a objemový průtok na sekundárním médiu se považuje za neměnný – nastaven, například, konstantními otáčkami ventilátoru, je možné vypočítat eficeience přenosu tepla ve výměníku 1.

Eficeience přenosu tepla výměníku 1 je dlouhodobě vyhodnocována a slouží k diagnostice postupného zanášení výměníku či detekci poruch a změn.

Systém může sloužit i jako měřič spotřeby tepla na primárním médiu. Aktuální absolutní výkon výměníku 1 je znám, tedy integrací aktuálního výkonu za časovou jednotku se získá spotřeba tepla. Konkrétně může být například výpočet spotřeby tepla realizován dle následující rovnice

$$ST(t) = T_m \sum_{k=t-T_{ST}}^t Q_p(k),$$

kde $ST(t)[W]$ je spotřeba tepla na primárním médiu za periodu měření spotřeby tepla $T_{ST}[s]$. $T_m[s]$ je perioda s jakou jsou odečítány hodnoty výkonu.

Průmyslová využitelnost

Pumpa tepelného výměníku podle technického řešení je určena zejména z řízení výkonu tepelných výměníků nezávisle na změnách tlaku a vstupní teploty na primárním teplotnosném vedení a změnách teploty a průtoku na sekundárním teplotnosném vedení. Dále je systém určen k diagnostice tepelných výměníků za chodu, a za pomoci řízení výkonu tepelného výměníku také k řízení teploty v tepelné zóně. Lze ho také využít k měření množství energie předané výměníkem z primárního do sekundárního okruhu.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zapojení systému pro řízení výkonu a diagnostiku tepelného výměníku, kde tepelný výměník (1) má primární přívod (4) primární teplotnosné kapaliny opatřený prvním teplotním senzorem (15) a primární vývod (5) pro vyvedení primární teplotnosné kapaliny opatřený druhým teplotním senzorem (20), kde tento primární vývod (5) je zaústěn do oběžného kola (6) pumpy (2) propojeného s motorem (9) a opatřeného potrubím (7) pro vedení primární teplotnosné kapaliny ke zdroji tepla a od něj zpět do primárního přívodu (4), přičemž mezi výměníkem (1) a pumpou (2) je zařazena řídicí jednotka (3) obsahující jednotku (10) řízení motoru propojenou obousměrně s motorem (9) pumpy (2) a současně je výměník (1) opatřen sekundárním přívodem (23) sekundární teplotnosné kapaliny a sekundárním vývodem (24) propojeným zpět přes tepelnou zónu (25) se sekundárním přívodem (23), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že řídicí jednotka (3) má na svém vstupu teplotní modul (17), na jehož první vstup je prvním komunikačním kanálem (16) připojen výstup prvního teplotního senzoru (15) a na jehož druhý vstup je druhým komunikačním kanálem

(21) připojen výstup druhého teplotního senzoru (20), kde tento teplotní modul (17) má výstup (18) primární vstupní teploty propojen s jedním vstupem bloku (19) výpočtu výkonu a výstup (22) primární výstupní teploty s druhým vstupem bloku (19) výpočtu výkonu, na jehož třetí vstup (14) je připojen výstup bloku (12) odhadu průtoku, jehož jeden vstup je propojen s výstupem paměti (13) a druhý vstup je propojen přes sběrnici (11) s výstupem jednotky (10) řízení motoru, přičemž výstup (26) odhadu předávaného tepelného výkonu z bloku (19) výpočtu výkonu je spojen s jedním vstupem regulátoru (27) výkonu, jehož druhý vstup (28) požadavku výkonu je propojen s prvním výstupem operátorské jednotky (29) a jehož výstup (30) je propojen se vstupem jednotky (10) řízení motoru.

2. Zapojení systému podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že k sekundárnímu přívodu (23) výměníku (1) je připojen třetí teplotní senzor (31), který je třetím komunikačním kanálem (32) propojen se třetím vstupem teplotního modulu (17), který je opatřen výstupem (35) teploty zóny propojeným s jedním vstupem regulátoru (36) teploty, na jehož druhý vstup (37) požadavku teploty tepelné zóny (25) je připojen druhý výstup operátorské jednotky (29) a jehož výstup je propojen s druhým vstupem (28) požadavku výkonu regulátoru (27) výkonu.

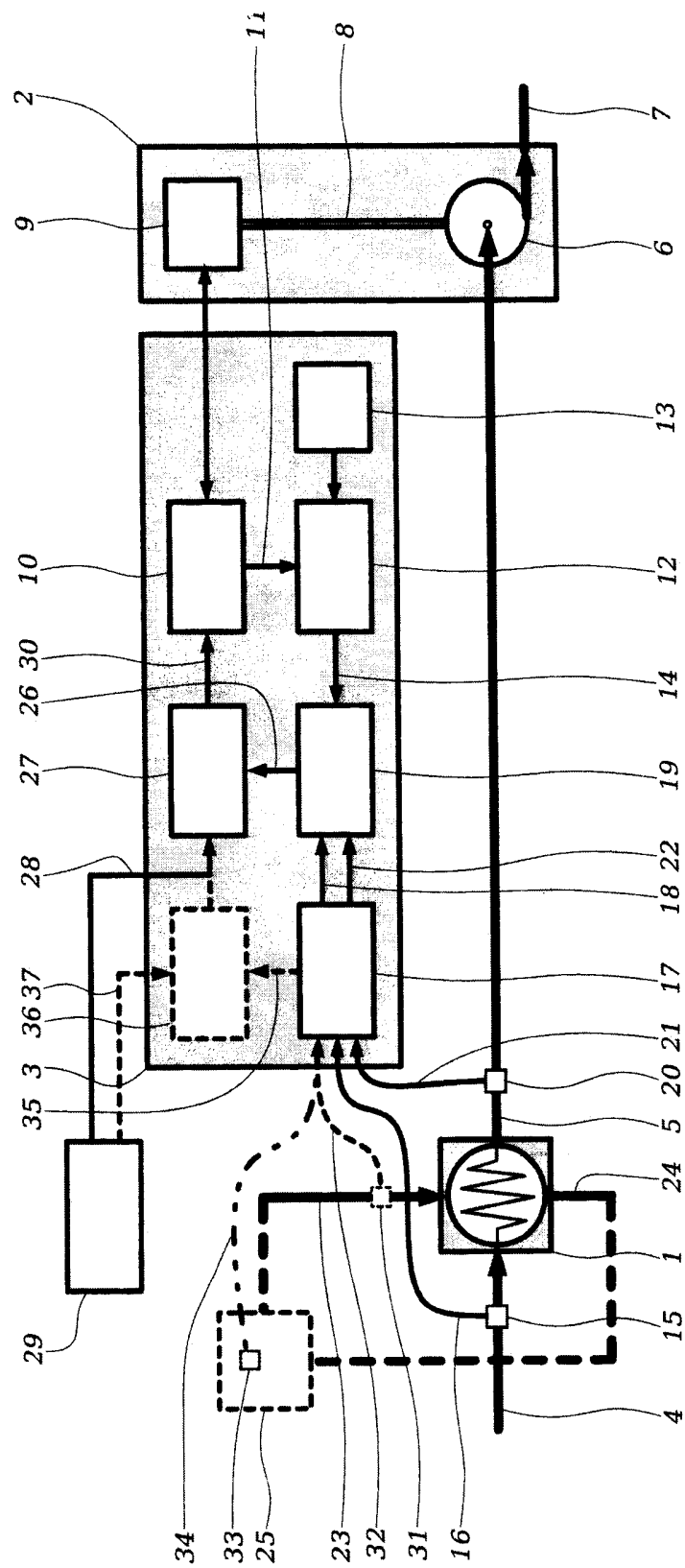
3. Zapojení systému podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v teplotní zóně (25) je umístěn čtvrtý teplotní senzor (33), který je čtvrtým komunikačním kanálem (34) propojen se třetím vstupem teplotního modulu (17), který je opatřen výstupem (35) teploty zóny propojeným s jedním vstupem regulátoru (36) teploty, na jehož druhý vstup (37) požadavku teploty tepelné zóny (25) je připojen druhý výstup operátorské jednotky (29) a jehož výstup je propojen s druhým vstupem (28) požadavku výkonu regulátoru (27) výkonu.

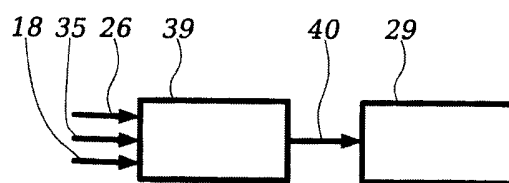
4. Zapojení systému podle nároku 2 nebo 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že řídicí jednotka (3) má vložen modul (39) diagnostiky, kde na jeho první vstup je připojen výstup (18) primární vstupní teploty, na jeho druhý vstup je připojen výstup (35) teploty zóny teplotního modulu (17) a na jeho třetí vstup je připojen výstup (26) odhadu předávaného tepelného výkonu, přičemž výstup (40) diagnostických informací modulu (39) diagnostiky je propojen s operátorskou jednotkou (29).

5. Zapojení systému podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že řídicí jednotka (3) má vložen modul (41) spotřeby, jehož první vstup je propojen s výstupem (26) odhadu předávaného tepelného výkonu a jehož výstup (42) informací o spotřebě je propojen s operátorskou jednotkou (29).

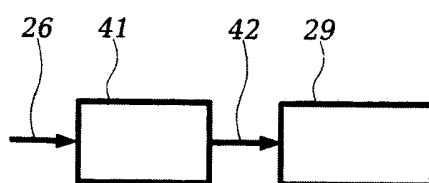
2 výkresy

OBR. 1

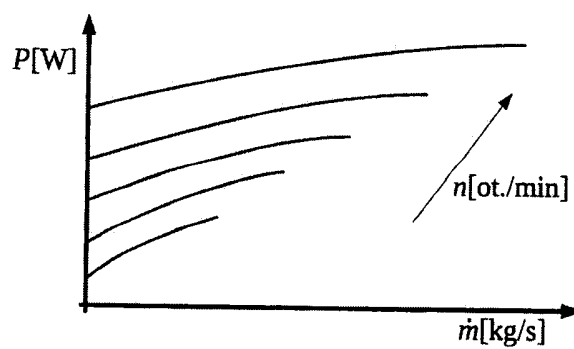




OBR. 2



OBR. 3



OBR. 4

Konec dokumentu
