

(11) Patent numeris: **4679**

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>: **F24D 19/10**

(21) Paraiškos numeris: **98-043**

(22) Paraiškos padavimo data: **1998 04 02**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1999 10 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2000 07 25**

(72) Išradėjas:

**Liudas Brazdeikis, LT**  
**Arnoldas Žaltauskas, LT**

(73) Patent savininkas:

**Lietuvos žemės ūkio inžinerijos institutas,**  
**Instituto g. 20, Raudondvaris, 4320 Kauno r., LT**

---

(54) Pavadinimas:

**Šildymo reguliavimo būdas**

(57) Referatas:

Šildymo reguliavimo būdas priklauso šiluminei technikai, konkrečiai, šildymo automatiniam reguliavimui.

Būdas numato programuojamą šildymo reguliavimą, keičiant į šildymo sistemą tiekiamo ir grįžtančio vandens sumaišymą. Nauja yra tai, kad reguliuojama pagal momentinę ir integruotą į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūros nuokrypą. Būdas universalus, gali būti taikomas įvairiose šildymo sistemose, kurioms būdingi periodiniai šilumos šaltinio temperatūros svyravimai.

Išradimas priskiriamas šiluminei technikai, konkrečiai - šildymo automatiniam reguliavimui.

5

Žinomas šildymo reguliavimo būdas, realizuotas Vokietijos firmos Viessmann gaminamuose reguliatoriuose Dekamatik-DE / Dekamatik-DE. Betriebsanleitung.- Viessmann Werke GmbH & Co.-Alendorf, 1995 /. Šis būdas numato į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūros reguliavimą priklausomai nuo lauko  
10 temperatūros ir nustatytos šildymo programos. Būdas ekonomišką, pakankamai universalus, tačiau nepasižymi aukštu diniminiu tikslumu.

Artimiausias išradimui yra šildymo reguliavimo būdas / Patentinė paraiška 96-054, paduota 96 04 26, paskelbta biuletenyje "Išradimai, pramoninis dizainas..." 1997 m.  
15 Nr. 11 /, kuriame matuoja lauko oro ir į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūras, pagal išmatuotą lauko temperatūrą ir numatytą šildymo programą suskaičiuoja reikiamą į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūrą ir jos nuokrypą nuo išmatuotos tiekiamo vandens temperatūros bei priklausomai nuo šios nuokrypos reguliuoja grįžtančio vandens pamaišymą į tiekiamą. Be to, būdas  
20 numato karšto vartojamojo vandens ruošimo reguliavimą, cirkuliacinių siurblių valdymą, pamaišymo reguliavimo intensyvumo korekciją, iš šildymo sistemos grįžtančio vandens temperatūros bei reguliavimo komandų suminės trukmės ribojimą.

25 Šis būdas ekonomišką, universalus, pasižymi aukštu statiniu ir diniminiu tikslumu, tačiau nenumato periodiškai kintančios šilumos šaltinio temperatūros filtravimo. Periodiškai kintant šilumos šaltinio temperatūrai, reguliavimas tampa nestabiliu, formuojama daug reguliavimo komandų, o tai didina reguliuojančio vožtuvo, jo pavaros ir kitų įrenginių dėvėjimąsi bei mažina jų eksploatacijos trukmę ir  
30 patikimumą.

Išradimo uždavinys - padidinti šildymo reguliavimo stabilumą ir naudojamų įrenginių eksploatavimo trukmę bei patikimumą.

5 Šiam uždaviniui pasiekti integruoja į šildymo sistemą tiekiamo vandens išmatuotos temperatūros nuokrypą nuo suskaičiuotos reikiamos reikšmės, integravimo rezultatą sumuoja su šia momentine nuokrypa ir reguliuoja grįžtančio vandens pamaišymą į tiekiamą, kai šios sumos absoliutinis dydis viršija pasirinktą pastovią reikšmę arba reikšmę, proporcingą šildymo grafiko statumui.

10 Reguluojant šildymą žinomu ir siūlomu būdais, reikalinga į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūra  $T_{TR}$  suskaičiuojama:

$$T_{TR} = T_{TG} + K_P (T_P - T_{PO}), \quad (1)$$

čia  $T_{TG}$  - pagal šildymo grafiką priklausomai nuo lauko temperatūros nustatyta tiekiamo vandens temperatūra;

15  $T_P$  - norima nustatyta einamojo laikotarpio temperatūra patalpose;

$T_{PO}$  - vardinė šildomų patalpų temperatūra, kuriai sudarytas šildymo grafikas;  $K_P$  - patalpos temperatūros pokyčio perskaičiavimo į tiekiamo vandens temperatūros pokytį koeficientas. Šio koeficiento reikšmė priklauso nuo šildymo grafiko statumo: kuo didesnis šildymo grafiko statumas t.y. kuo intensyviau keičiama  
20 tiekiamo vandens temperatūra kintant lauko temperatūrai, tuo šis koeficientas didesnis.

Taip suskaičiuota reikiama tiekiamo vandens temperatūra  $T_{TR}$  lyginama su momentine išmatuota tiekiamo vandens temperatūra  $T_T$ . Suskaičiuojama momentinė tiekiamo vandens temperatūros nuokrypa  $\Delta T_m$ :

25 
$$\Delta T_m = T_T - T_{TR}. \quad (2)$$

Momentinę į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūrą  $T_T$  apsprendžia šilumos šaltinio vandens temperatūra  $T_E$ , iš šildymo sistemos grįžtančio vandens temperatūra  $T_G$  ir grįžtančio vandens pamaišymo į tiekiamą santykinis koeficientas  $A$ :

30 
$$T_T = (1 - A) T_E + A T_G. \quad (3)$$

Koeficientas  $A$  kinta nuo 0 iki 1. Kai pamaišymo koeficientas  $A = 0$ , grįžtantis vanduo į tiekiamą nepamaišomas ir  $T_T = T_E$ . Kai  $A = 1$ , šiluma iš šilumos šaltinio neimama ir  $T_T = T_G$ .

Esant pagal (2) skaičiuojamai tiekiamo vandens temperatūros nuokrypai, keičiamas pamaišymo koeficientas  $A$ :

$$\Delta A = K_1 \Delta T_m, \quad (4)$$

čia  $\Delta A$  - grįžtančio vandens pamaišymo į tiekiamą koeficiento pokytis, nauja pamaišymo koeficiento reikšmė  $A = A + \Delta A$ ;

$K_1$  - grįžtančio vandens pamaišymo į tiekiamą reguliavimo intensyvumo koeficientas.

Tokį aprašytą reguliavimą siūlo žinomas patentuojamam būdui artimiausias šildymo reguliavimo būdas. Tai, kad žinomo būdo aprašyme nurodomas impulsinis grįžtančio vandens pamaišymo į tiekiamą reguliavimas bei siūloma pamaišymo reguliavimo intensyvumo koeficientą koreguoti priklausomai nuo tiekiamo vandens temperatūros nuokrypos kitimo, reguliavimo esmės nekeičia ir toliau aprašomi nauji veiksmai gali būti taikomi ir tolyginio, ir impulsinio reguliavimo būduose, numatančiuose arba nenumatančiuose reguliavimo intensyvumo korekciją.

Iš (2), (3) ir (4) lygčių matome, kad reguliavimo poreikį gali iššaukti reikiamos tiekiamo vandens temperatūros  $T_{TR}$ , grįžtančio vandens temperatūros  $T_G$  arba šilumos šaltinio temperatūros  $T_E$  pasikeitimai. Atsiradus temperatūros nuokrypai dėl  $T_{TR}$  arba  $T_G$  pasikeitimų, ši nuokrypa turi būti kompensuojama ir kuo greičiau tai padaroma, tuo didesnis reguliavimo dinaminis tikslumas. Šiuo atveju žinomas reguliavimo būdas veikia puikiai. Tačiau dėl didelio dinaminio tikslumo žinomas būdas formuoja reguliavimo komandas, kai periodiškai svyruoja šilumos šaltinio temperatūra  $T_E$ . Periodiškai šilumos šaltinio vandens temperatūros svyravimai būdingi daugeliui šildymo sistemų, ypač autonominio šildymo. Tai susiję su automatiškai veikiančių vandens šildytuvų įsijunginėjimu - išsijunginėjimu. Stengiantis šiuos temperatūros svyravimus kompensuoti keičiant tiekiamo ir grįžtančio vandens sumaišymą, suformuojama daug besikartojančių reguliavimo komandų, o tai didina naudojamų įrenginių dėvėjimąsi ir mažina jų patikimumą.

Siūloma regulatoriaus darbo metu integruoti (sumuoti) pagal (2) lygtį skaičiuojamą momentinę tiekiamo vandens temperatūros nuokrypą ir taip suskaičiuoti integruotą nuokrypą  $\Delta T_I$ :

$$\Delta T_I = \frac{1}{\tau_I} \int \Delta T_m d\tau, \quad (5)$$

čia  $\tau$  - laikas;

$\tau_I$  - integravimo laiko pastovioji, kuri parenkama priklausomai nuo šilumos šaltinio temperatūros svyravimų dažnio ir amplitudės bei reguliavimo sistemos inertiškumo. Siūlomas būdas realizuojamas nepriklausomai nuo šios laiko pastoviosios skaitinės reikšmės, tačiau reguliavimo stabilumui užtikrinti ši integravimo laiko pastovioji neturėtų būti mažesnė už reguliavimo kanalo “sumaišymo koeficiento  $A$  pokytis - tiekiamo vandens temperatūros  $T_T$  pokytis” laiko pastoviąją.

Reguliavimo reikšmė fiksuojama, kai:

$$|\Delta T_m + \Delta T_I| > C, \quad (6)$$

čia  $C$  - pastovus dydis.

Prenkant  $C$  apibrėžiami tiekiamo vandens temperatūros svyravimai: kuo  $C$  didesnis, tuo didesni tiekiamo vandens temperatūros svyravimai. Siūlomas būdas realizuojamas nepriklausomai nuo koeficiento  $C$  skaitinės reikšmės. Reikia pažymėti, kad tiekiamo vandens temperatūros svyravimai nesukuria tiekiamo vandens vidutinės temperatūros nuokrypos (vidutinę nuokrypą eliminuoja integruojantis reguliavimas).

Tais atvejais, kai šildymui reguliuoti taikomi universalūs regulatoriai, kuriuose užprogramuoti ir gali būti nustatomi skirtingi šildymo grafikai, reguliavimo poreikį tikslinga fiksuoti momentinės ir integruotos nuokrypų sumą lyginant su ne pastoviu dydžiu, bet su dydžiu, proporcingu šildymo grafiko statumui, tai yra, į (5) lygtį įrašant  $C$  reikšmę:

$$C = K_2 K_P, \quad (7)$$

čia  $K_2$  - pastovus koeficientas, kuris parenkamas vadovaujantis tais pačiais kriterijais kaip ir parenkant pastovų dydį  $C$ .

Įvedus šią priklausomybę nuo koeficiiento  $K_p$ , kuris savo ruožtu priklauso nuo šildymo grafiko statumo, pasirinktų leidžiamų tiekiamo vandens temperatūros svyravimų įtaka temperatūrai patalpose priklauso nuo šildymo grafiko.

Užfiksavus reguliavimo poreikį, tiekiamo ir grįžtančio vandens sumaišymo koeficientas pakeičiamas dydžiu  $\Delta A$ , suskaičiuotu pagal (4) lygtį. Sumaišymas gali būti keičiamas tolyginiu arba impulsiniu reguliavimu.

Taikant čia aprašytą reguliavimą pagal momentinę ir integruotą tiekiamo vandens temperatūros nuokrypas, sumažėja reguliavimo komandų dažnis, o tai mažina naudojamų techninių priemonių dėvėjimąsi, ilgina jų eksploatacijos trukmę bei didina reguliavimo patikimumą. Be to, integruojančio reguliavimo dėka išvengiama statinės tiekiamo vandens temperatūros paklaidos.

Siūlomas šildymo reguliavimo būdas gali būti realizuojamas įvairiose šildymo sistemose.

1 fig. parodyta šį būdą realizuojančios šildymo sistemos su autonominiu šilumos šaltiniu schema;

2 fig. parodyta šildymo sistemos, jungiamos prie centralizuotų šilumos tinklų, schema.

Sistemą su autonominiu šilumos šaltiniu (1 fig.) sudaro šilumos šaltinis 1, kuris tiekiamo vandens vamzdžiu 2 ir grįžtančio vandens vamzdžiu 3 sujungtas su objekto šildymo sistema. Objekto šildymo sistemoje nuosekliai sujungti maišantis (trieigis) vožtuvas 4 su elektriniu vykdymo mechanizmu 5, tiekiamo vandens temperatūros daviklis 6, šildymo sistemos cirkuliacinis siurblys 7 ir patalpų šildymo prietaisai 8.

Šildymo reguliatorius 9 matavimo grandinėmis sujungtas su lauko oro temperatūros davikliu 10 ir tiekiamo vandens temperatūros davikliu 6 bei valdymo grandinėmis sujungtas su cirkuliaciniu siurbliu 7 ir vykdymo mechanizmu 5. Šilumos šaltinis 1 palaiko pastovią iš jo ištekancio vandens vidutinę temperatūrą su tam tikro dažnio ir tam tikros amplitudės temperatūros svyravimais. Gali tai būti dujų, skysto kuro ar elektrinis vandens šildytuvas su įmontuotu termostatu.

Šildymo sistemą, maitinamą iš centralizuotų šilumos tinklų (2 fig.), sudaro nuosekliai sujungti tiekiamo vandens vamzdis 2, reguliuojantis dvieigis vožtuvas 11 su elektriniu vykdymo mechanizmu 5, šildymo sistemos cirkuliacinis siurblys 7, šildymo prietaisai 8 ir grįžtančio vandens vamzdis 3. Iš šildymo prietaisų 8 grįžtančio vandens vamzdis per atbulinį vožtuvą 12 sujungtas su tiekiamo vandens vamzdžiu. Sistemą valdo reguliatorius 9, kuris matavimo ryšiais sujungtas su tiekiamo vandens temperatūros davikliu 6 ir lauko temperatūros davikliu 10 bei valdymo ryšiais sujungtas su reguliuojančio vožtuvo 11 vykdymo mechanizmu 5 ir cirkuliaciniu siurbliu 7.

Realizuojant būdą, reguliatoriumi 9 nuolat arba periodiškai matuojama lauko oro ir tiekiamo vandens temperatūros. Pagal išmatuotą lauko temperatūrą ir reguliatoriuje užprogramuotą tiekiamo vandens temperatūros priklausomybę nuo lauko temperatūros (pagal šildymo grafiką) nustatoma tiekiamo vandens temperatūra pagal grafiką  $T_{TG}$ . Regulatoriaus atmintyje saugoma vartotojo nustatyta objekto šildymo programa kiekvienam tam tikros trukmės laikotarpiui, tai yra, saugomos patalpos norimos temperatūros reikšmės  $T_p$  kiekvienam laiko intervalui, pavyzdžiui, kiekvienai paros valandai.

Pagal (1) lygtį suskaičiuojama reikiama tiekiamo vandens temperatūra, kuri lyginama su išmatuota. Pagal (2) lygtį suskaičiuojama momentinė tiekiamo vandens temperatūros nuokrypa, kuri integruojama pagal (5) lygtį. Kai įvykdoma (6) nelygybės sąlyga, suformuojamas (4) lygtimi aprašomas reguliuojantis poveikis.

Vožtuvams 4 fig. 1 arba 11 fig. 2 reguliuoti gali būti naudojamas proporcinio veikimo arba reversinis pozicinis vykdymo mechanizmai. Kai naudojamas proporcinio veikimo vykdymo mechanizmas, reguliatoriuje 9 suformuojama valdymo įtampa  $U_v$ :

$$U_v = K_3 (A + \Delta A), \quad (8)$$

čia  $K_3$  - koeficientas, priklausantis nuo pasirinkto vožtuvo su vykdymo mechanizmu proporcingo reguliavimo įtampos intervalo.

Proporcinio veikimo vykdymo mechanizmas nustato reguliuojantį vožtuvą į naują,

šių valdymo įtampą atitinkančią padėtį, tuo pakeisdamas tiekiamo ir grįžtančio vandens sumaišymą.

Kai naudojamas rezervinis pozicinis vykdymo mechanizmas, reguliatoriuje 9 suformuojama impulsinė komanda didinti arba mažinti grįžtančio vandens pamaišymą. Komandos pobūdį apsprendžia  $\Delta A$  ženklas, o valdymo impulso trukmė proporcinga  $\Delta A$  absoliutiniam dydžiui. Taip sudaromas reguliuojantis poveikis, kuris reikiama kryptimi ir reikiamu dydžiu pakeičia tiekiamo ir grįžtančio vandens sumaišymą.

Siūlomas šildymo reguliavimo būdas yra universalus ir gali būti sėkmingai 10 realizuojamas įvairiose šildymo sistemose, nepriklausomai nuo jų papildomų funkcijų, pavyzdžiui, sistemose su grįžtančio vandens temperatūros ribojimu, sistemose su karšto vartojamojo vandens ruošimu, hidrauliškai nepriklausomose centralizuoto šildymo sistemose ir kt.

15

20

25

30

## IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

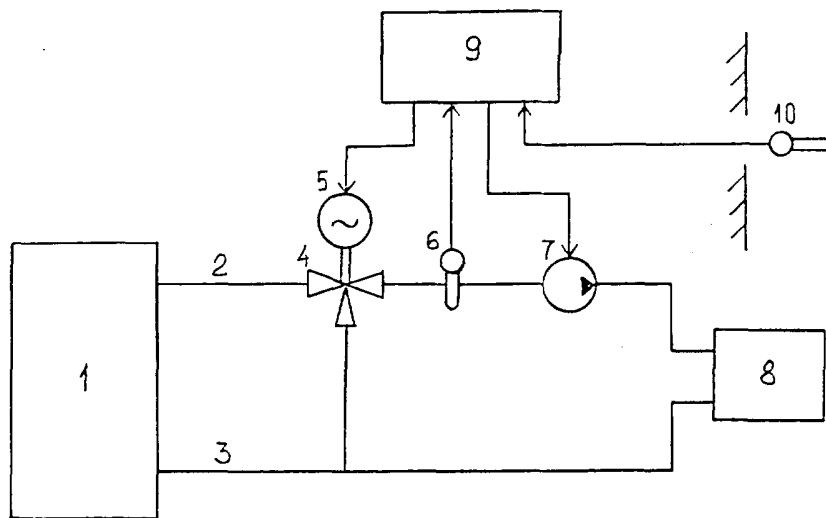
1. Šildymo reguliavimo būdas, kuriame matuoja lauko oro ir į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūras, pagal išmatuotą lauko temperatūrą ir nustatytą šildymo programą suskaičiuoja reikiamą į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūrą ir jos nuokrypą nuo išmatuotos tiekiamo vandens temperatūros bei priklausomai nuo šios nuokrypos reguliuoja grįžtančio vandens pamašymą į tiekiamą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad integruoja į šildymo sistemą tiekiamo vandens išmatuotos temperatūros nuokrypą nuo suskaičiuotos reikiamos reikšmės, integravimo rezultatą sumuoja su šia momentine nuokrypa ir reguliuoja grįžtančio vandens pamašymą į tiekiamą, kai šios sumos absoliutinis dydis viršija pasirinktą pastovią reikšmę.
2. Būdas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūros nuokrypos integruotos ir momentinės reikšmių sumą lygina su dydžiu, proporcingu šildymo grafiko statumui.

20

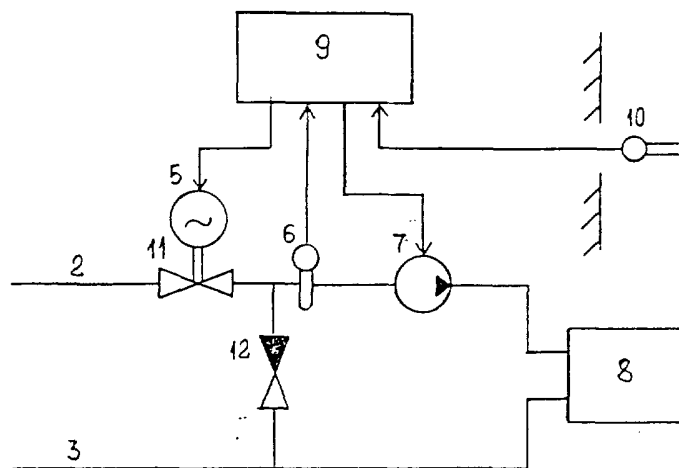
c.10

25

30



1 fig.



2 fig.