

(19)



(10) **LT 3937 B**

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patent numeris: **3937**

(51) Int. Cl.⁵: **G01K 17/16**

(21) Paraiškos numeris: **IP2019**

(22) Paraiškos padavimo data: **1994 08 02**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1996 02 26**

(45) Patent paskelbimo data: **1996 05 27**

(72) Išradėjas:

Juozapas Arvydas Virbalis, LT

Albinas Bačiliūnas, LT

Robertas Balčikonis, LT

Vytautas Švelnys, LT

(73) Patent savininkas:

Uždaroji akcinė bendrovė "Katra", Taikos pr. 113, 3000 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Aldona Orlienė, 20, Savanorių pr. 417-7, 3042 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Šilumos matuoklis

(57) Referatas:

Išradimas skirtas šiluminės energijos matavimui uždaroje bei atviroje šilumos tiekimo sistemose su skystu šilumos nešėju.

Siekiant išplėsti prietaiso galimybes ir padidinti matavimo rezultatų patikimumą, šilumos matuoklį sudaro pirmasis 1, antrasis 2, trečiasis 3, ketvirtasis 4, penktasis 5, šeštasis 6, septintasis 7, aštuntasis 8, ir devintasis 9 skaitikliai - registrai, kurių informaciniai išvadai sujungti su pirmąja - devintąja procesoriaus 10 informacinių išvadų grupėmis. Dešimtoji procesoriaus informacinių išvadų grupė sujungta su indikatoriumi 11. Pirmojo 1 ir antrojo 2 skaitiklių - registru skaičiavimo jėjimais per, atitinkamai, pirmąjį 12 ir antrąjį 13 raktus sujungti su, atitinkamai, grįžtančiojo 14 ir paduodamojo 15 srautų debitomačių išėjimais, prie kurių taip pat prijungti, atitinkamai, pirmasis ir antrasis procesoriaus 10 signaliniai jėjimais. Trečiojo 3 skaitiklio - registro skaičiavimo jėjimas per trečiąjį raktą 16 sujungtas su dažninio keitiklio 17 išėjimu, prie kurio taip pat prijungtas tretysis procesoriaus 10 jėjimas. Ketvirtojo - septintojo skaitiklių - registru skaičiavimo jėjimais sujungti, atitinkamai, per ketvirtąjį 18, penktąjį 19, šeštąjį 20 ir septintąjį 21 raktus su procesoriaus 10 dažniniu išėjimu. Pirmojo, antrojo, trečiojo, ketvirtojo, penktojo, šeštojo ir septintojo raktų valdymo išvadai sujungti, atitinkamai, su pirmuoju, antruoju, trečiuoju, ketvirtuoju, penktuoju, šeštuoju ir septintuoju procesoriaus valdymo išvadais, o analoginio komutatoriaus 22 valdymo jėjimas - su aštuntuoju procesoriaus valdymo išėjimu. Dažninio keitiklio 17 jėjimas sujungtas su analoginio komutatoriaus 22 išėjimu, prie kurio pirmojo, antrojo ir trečiojo jėjimų prijungti pirmieji,

LT 3937 B

atitinkamai, pirmojo 23, antrojo 24, ir trečiojo 25 varžos termometrų išvadai, o prie ketvirtojo ir penktojo jėgimų - pirmieji, atitinkamai, pirmojo 26 ir antrojo 27 rezistorių išvadai. Pirmojo, antrojo ir trečiojo varžų termometrų bei pirmojo ir antrojo rezistorių antrieji išvadai sujungti su bendru įrengimo tašku. Aštuntojo 8 ir devintojo 9 skaitiklių - registrų skaičiavimo jėgimai sujungti su, atitinkamai, pirmojo 28 ir antrojo 29 impulsų formuotuvų išėjimais.

Išradimas yra iš energetinių parametrų srities ir gali būti naudojamas šiluminės energijos matavimui uždaroje bei atviroje šilumos tiekimo sistemose su skystu šilumos nešėju, pateikiant informaciją apie pagrindinius šilumnešio parametrus ir jų dinamiką.

Žinomas šilumos matuoklis, turintis debitomatį su dažniniu išėjimu, tris varžos termometrus, impulsų formuotuvą, du platuminius impulsinius moduliatorius, taktinių impulsų generatorių, loginius elementus IR, ARBA, IŠSKIRTINIS IR, tris skaitiklius, nuolatinės atminties įrenginį, kaupiantį skaitiklį ir valdymo bloką. Jis įgalina matuoti šiluminę energiją plačiose šilumnešio temperatūros ribose [TSRS aut. liud. Nr.1290103, 1987].

Pagrindinis jo trūkimas - netinkamumas atviroms šilumos tiekimo sistemoms, kai dalis šilumnešio naudojama kaip karštas vanduo arba kai galimi dideli šilumnešio nuotėkiai. Be to, toks matuoklis turi nepakankamas funkcines galimybes, nes matuoja tik šilumos energiją.

Žinomas ir šilumos matuoklis, turintis du - paduodamojo ir grįžtančiojo srautų debitomačius su dažniniu išėjimu, pirmąjį, antrąjį, trečiąjį bei ketvirtąjį varžos termometrus, dvi tiltelines matavimo schemas, impulsų generatorių, pirmąjį ir antrąjį impulsų formuotuvus, pirmąjį ir antrąjį raktus, stabilios srovės šaltinį, dvejų įėjimų keitiklį įtampa-dažnis, reversinį impulsų skaitiklį ir integratorių, sudarytą iš kaupiančiojo sumatoriaus, dvejetainio kodo keitiklio į dvejetainį-dešimtainį, dešifratoriaus ir indikatoriaus. Keitiklis įtampa-dažnis sudarytas iš dviejų nulinių detektorių, trečiojo ir ketvirtojo raktų, įtampos poliariškumo perjungėjo, analoginio integratoriaus bei komparatoriaus. Iš šio matuoklio aprašymo aišku, kad tiltelinės matavimo schemas šalia varžos termometrų turi bent po du rezistorius, o keitiklis įtampa-dažnis, gali būti, nekeičiant konstrukcijos, naudojamas ir varžos keitimui į dažnį. Todėl jį vadinsime dažniniu keitikliu. Reversinis impulsų skaitiklis faktiškai yra skaitiklis-registras [TSRS aut. liud. Nr.1247689, 1986].

Matuoklis matuoja šiluminę energiją atvirose šilumos tiekimo sistemose, tačiau jis taip pat turi trūkumų. Jį gali būti sunku realizuoti. Juk norint tiksliai matuoti šiluminę energiją, papildančiojo vandens temperatūrą reikia matuoti ten, kur tas vanduo šildomas, t.y. katilinėje, o vartotojai nuo katilinės kartais gali būti nutolę gana toli. Šio matuoklio tikslumas - nepakankamas. Juk šilumos energija atiduota šilumokaityje proporcinga entalpijų skirtumui jo įėjime bei išėjime, o entalpija nuo temperatūros priklauso netiesiškai. Jei debitomačiai - tūriniai, matavimo tikslumas sumažėja dėl to, kad neįvertinama šilumnešio tankio priklausomybė nuo temperatūros. To iš principo padaryti negalima, nes šiame matuoklyje nematuojama absoliuti šilumokačio įėjime nei išėjime. Tokio matuoklio funkcinės galimybės - neatitinka keliamų reikalavimų. Indikuojama tik šilumos energija, nors labai dažnai svarbi informacija ir apie kitus šilumnešio parametrus, jo dinamiką, buvimą duotose ribose ir pan. Nenumatytos jokios savidiagnostikos priemonės, todėl matavimo rezultatai - nevisai patikimi.

Siekiant išplėsti prietaiso galimybes ir padidinti matavimo rezultatų patikimumą į šilumos matuoklį, sudarytą iš paduodamojo ir grįžtančiojo srautų debitomačių su dažniniu išėjimu, pirmojo, antrojo ir trečiojo varžų termometrų, pirmojo, antrojo, trečiojo ir ketvirtojo raktų, pirmojo ir antrojo rezistorių, dažninio keitiklio, pirmojo skaitiklio - registro, pirmojo ir antrojo impulsų formuotuvų ir indikatorių, papildomai įjungiant analoginį komutatorių, antrąjį, trečiąjį, ketvirtąjį, penktąjį, šeštąjį, septintąjį, aštuntąjį ir devintąjį skaitiklius - registrus, penktąjį, šeštąjį ir septintąjį raktus ir procesorių, kurio pirmasis - septintasis valdantieji išėjimai sujungti su, atitinkamai pirmojo, antrojo, trečiojo, ketvirtojo, penktojo, šeštojo ir septintojo raktų valdančiaisiais įėjimais, aštuntasis valdantysis išėjimas - su analoginio komutatoriaus valdančiuoju įėjimu, dažninis išėjimas su ketvirtojo, penktojo, šeštojo ir septintojo skaitiklių-registrų

skaičiavimo įėjimais per, atitinkamai, ketvirtąjį, penktąjį, šeštąjį ir septintąjį raktus, be to, procesoriaus pirmoji-devintoji informacinių išvadų grupės sujungtos, atitinkamai, su pirmojo-devintojo skaitiklių-registrų informaciniais išvadais, dešimtoji informacinių išvadų grupė - su indikatoriaus informaciniais išvadais, o grįžtančiojo ir paduodamojo srautų debitomačių išėjimai prijungti prie, atitinkamai, pirmojo ir antrojo procesoriaus signalinių įėjimų ir per, atitinkamai, pirmąjį ir antrąjį raktus, prie, atitinkamai, pirmojo ir antrojo skaitiklių-registrų skaičiavimo įėjimų, pirmojo ir antrojo impulsų formuotuvų išėjimai sujungti su, atitinkamai, aštuntojo ir devintojo skaitiklių-registrų skaičiavimo išėjimais, be to, pirmojo, antrojo bei trečiojo varžos termometrų ir pirmojo bei antrojo rezistorių pirmieji išvadai sujungti su, atitinkamai, pirmuoju, antruoju, trečiuoju, ketvirtuoju ir penktuoju analoginio komutatoriaus įėjimais, o prie pastarojo išėjimo prijungtas dažninio keitiklio įėjimas, kurio išėjimas sujungtas su procesoriaus trečiuoju signaliniu įėjimu ir - per trečiąjį raktą - su trečiojo skaitiklio-registro skaičiavimo įėjimu, pagaliau, antrieji pirmojo, antrojo ir trečiojo varžos termometrų bei pirmojo ir antrojo rezistorių išvadai sujungti su bendruoju matuoklio tašku.

Siūlomajame matuoklyje šalia papildančiojo vandens temperatūros matavimo numatytas ir jos rankinis įvedimas, naudojant pirmąjį impulsų formuotuvą, aštuntąjį skaitikli-registrą ir procesorių, o taip pat indikatorių. Taigi, priklausomai nuo vietos, kurioje matuojama šilumos energija, i matuokli galima įvesti būtent tą temperatūrą, kurią turi papildantysis vanduo katilinėje. Kadangi siūlomajame įrenginyje matuojamos absoliučios temperatūros šilumokaičio įėjime bei išėjime, tai preliminariai įvedus i procesoriaus atminti entalpijos ir šilumnešio tankio priklausomybes nuo temperatūros, galime išvengti paklaidų, atsirandančių dėl šių priklausomybių netiesiškumo net ir kai paduodamojo ir grįžtančiojo srautų debitus matuoja turiniai debitomačiai, kurie yra pigesni ir tikslesni už masės debitomačius. Siūlomojo matuoklio funkcinės galimybės maksimaliai išplėstos. Šalia tiesioginio ir grįžtančiojo srautų turinio debito ir šilumokaityje atiduotos

šilumos energijos matavimo jame matuojami (arba suskaičiuojami), atsimenami ir gali būti pagal operatoriaus iškvieta indikuojami šie parametrai: paduodamojo ir grįžtančiojo srautų bei papildančiojo vandens temperatūra, paduodamojo ir grįžtančiojo srautų masės debitas, tiesioginio ir grįžtančiojo srautų sunaudoto karšto vandens tūriai ir masės, tiesioginio ir grįžtančiojo srautų šilumos galia, tiesioginio ir grįžtančiojo srautų bei sunaudoto vandens šilumos energija. Didelis dėmesys skirtas matavimo patikimumui. Kontroluojamo, ar paduodamojo, ar grįžtančiojo srautų debitai yra intervale $[Q_{min}, Q_{max}]$, kuriame garantuojama debitomačių tikslumo klasė. Matuojamas suminis laikas per kurį debitas buvo mažesnis už Q_{min} , o taip pat laikas, per kurį debitas buvo didesnis už Q_{max} ir atsimenama pati mažiausia bei pati didžiausia iš tų debitų reikšmių. Be to, testuojama, ar debitomačiai ir temperatūrų matuokliai darbingi ir įrengimo darbo laikas sumuojamas tik tuo atveju, jei jie darbingi. Naudojamų siūlomajame matuoklyje elementų visuma, sujungta taip, kaip siūloma išradime, autoriams nežinoma. Todėl, autorių nuomone, siūlomas išradimas turi esminį naujumą ir duoda teigiamą efektą.

Brėž.1. Pavaizduota šilumos matuoklio blokinė schema.

Siūloma įrenginį sudaro pirmasis 1, antrasis 2, trečiasis 3, ketvirtasis 4, penktasis 5, šeštasis 6, septintasis 7, aštuntasis 8 ir devintasis 9 skaitikliai - registrai, kurių informaciniai išvadai sujungti su pirmąja - devintąja procesoriaus 10 informacinių išvadų grupėmis. Dešimtoji procesoriaus informacinių išvadų grupė sujungta su indikatoriumi 11. Pirmojo 1 ir antrojo 2 skaitiklių - registrų skaičiavimo įėjimai per, atitinkamai, pirmąjį 12 ir antrąjį 13 raktus sujungti su, atitinkamai, grįžtančiojo 14 ir paduodamojo 15 srautų debitomačių 5 išėjimais, prie kurių taip pat prijungti, atitinkamai, pirmasis ir antrasis procesoriaus 10 signaliniai įėjimai. Trečiojo 3 skaitiklio-registro skaičiavimo įėjimas per trečiąjį raktą 16 sujungtas su dažninio keitiklio 17 išėjimu, prie kurio taip pat prijungtas tretysis procesoriaus 10 įėjimas. Ketvirtojo-septintojo skaitiklių-registrų skaičiavimo įėjimai sujungti, atitinkamai, per ketvirtąjį 18, penktąjį 19, šeštąjį 20 ir septintąjį 21 raktus su procesoriaus 10 dažniniu išėjimu. Pirmojo, antrojo, trečiojo, ketvirtojo, penktojo, šeštojo ir

septintojo raktų valdymo išvadai sujungti, atitinkamai, su pirmuoju, antruoju, trečiuoju, ketvirtuoju, penktuoju, šeštuoju ir septintuoju procesoriaus valdymo išvadais, o analoginio komutatoriaus 22 valdymo įėjimas - su aštuntuoju procesoriaus valdymo išėjimu. Dažninio keitiklio 17 įėjimas sujungtas su analoginio komutatoriaus 22 išėjimu, prie kurio pirmojo, antrojo ir trečiojo įėjimų prijungti pirmieji, atitinkamai, pirmojo 23, antrojo 24 ir trečiojo 25 varžos termometrų išvadai, o prie ketvirtojo ir penktojo įėjimų - pirmieji, atitinkamai, pirmojo 26 ir antrojo 27 rezistorių išvadai. Pirmojo, antrojo ir trečiojo varžų termometrų bei pirmojo ir antrojo rezistorių antrieji išvadai sujungti su bendru įrengimo tašku. Aštuntojo 8 ir devintojo 9 skaitiklių-registrų skaičiavimo įėjimai sujungti su, atitinkamai, pirmojo 28 ir antrojo 29 impulsų formuotuvų išėjimais.

Įrenginys dirba taip. Procesorius 10 savo pirmajame ir antrajame valdančiuosiuose išėjimuose periodiškai formuoja pastovios trukmės τ_Q impulsus. Jiems veikiant, užsidaro 12 ir 13 raktai ir 14, 15 debitomačių išėjimo impulsai patenka į, atitinkamai, 1 ir 2 skaitiklių-registrų skaičiavimo įėjimus. Grįžtančiojo srauto debitomačio 14 išėjimo impulsų dažnis f_g proporcingas šilumnešio debitui Q_{vg} šilumokaičio išėjime:

$$f_g = K_Q \cdot Q_{vg}$$

($K_Q = \text{const}$), o paduodamojo srauto debitomačio 15 išėjimo impulsų dažnis f_g proporcingas šilumnešio debitui Q_{vp} šilumokaičio įėjime: $f = K_p \cdot Q_{vp}$. Taigi impulsų kiekiai, N_g ir N_p , patekę, veikiant impulsui τ_Q , į skaitiklių-registrų 1 ir 2 įėjimus proporcingi, atitinkamai, grįžtančiojo, Q_{vg} , ir paduodamojo, Q_{vp} , srautų debitams: $N_g = K_Q \cdot \tau_v \cdot Q_{vg}$, $N_p = K_p \cdot \tau_v \cdot Q_{vp}$. Procesoriuje 10 šie skaičiai padauginami iš koeficiento $1/(K_Q \cdot \tau_v)$ ir gaunamos skaitmeninės Q_{vg} ir Q_{vp} reikšmės. Kartu su debitų skaitmeninių reikšmių formavimu procesorius 10, formuodamas impulsus aštuntajame valdymo išėjime, perjungia analoginį komutatorių 22 paeiliui, cikliška, kiekviena karta laikui $\tau_k = \text{const}$, prijungdamas prie dažninio keitiklio 17 vieną iš varžų termometrų 23, 24 arba 25 arba vieną iš rezistorių 26 R_1 arba 27 R_2 . Galimi du matavimo režimai.

Pirmajame režime pirmasis varžos termometras 23 R_{T1} matuoja grįžtančiojo srauto temperatūrą, antrasis varžos termometras 24 R_{T2} - paduodamo srauto temperatūrą, o trečiasis varžos termometras 25 R_{T3} - papildančiojo skysčio temperatūrą. Dažninis keitiklis 17 keičia prijungtosios varžos dydį ir impulsų sekos dažnį f_{RX} . Tuoj po eilinės varžos prijungimo prie dažninio keitiklio ir trečiojo rakto 16 valdantįjį išvadą patenka $\tau_p = \text{const}$ trukmės impulsas ($\tau_p < \tau_k$). Per tą laiką ir trečiajį skaitiklį-registrą 3 patenka impulsų kiekis $N_{RX} = \tau_p \cdot f_{RX}$, proporcingas prijungtosios varžos dydžiui. Priklausomai nuo to, kuri iš varžų: R_{T1} , R_{T2} , R_{T3} , R_1 ar R_2 prijungta skaitiklyje-registre 3 prisikaupia proporcingas toms varžoms impulsų kiekis N_{T1} , N_{T2} , N_{T3} , N_1 arba N_2 . Kiekvienas iš šių skaičių, pasibaigus eiliniam trukmės τ_p impulsui per trečiąją informacinių išvadų grupę patenka į procesorių 10 ir atsimenamas jo operatyvinėje atmintyje.

Rezistorių R_1 ir R_2 varžų reikšmės parenkamos tokios, kad atitiktų, atitinkamai, minimaliausiai ir maksimaliausiai varžų termometrų R_{T1} , R_{T2} ir R_{T3} reikšmėms, kurios atitinka, savo ruožtu minimaliausiai $T_{\min}$ ir maksimaliausiai $T_{\max}$ matuojamoms temperatūroms. Gavus proporcingus atitinkamoms varžų reikšmėms skaičius N_{T1} ($l = 1, 2, 3$), N_1 ir N_2 , procesorius suskaičiuoja temperatūras T_l ($l = 1, 2, 3$), laikant, kad T_1 - grįžtančiojo srauto temperatūra, T_2 - paduodamojo srauto temperatūra, o T_3 - papildančiojo srauto temperatūra, pagal tokia išraišką:

$$T_l = \frac{N_{Tl} - N_{R1}}{N_{R2} - N_{R1}} \cdot (T_{\max} - T_{\min}) + T_{\min}.$$

Suskaičiuotos temperatūrų reikšmės atsimenamos operatyvinėje procesoriaus 10 atmintyje. Toks matavimo režimas naudojamas tik atvirosiose šilumos tiekimo sistemose.

Antrajame temperatūrų matavimo režime naudojami tik du varžos termometrai R_{T1} ir R_{T2} , matuojantys, atitinkamai, grįžtančiojo ir paduodamojo srautų temperatūras. Komutatorius 22 šiuo atveju veikiant τ_k trukmės impulsams paeiliui cikliškaai prijungia prie dažninio keitiklio 17 varžas R_{T1} , R_{T2} , R_1 ir R_2 . Naudojant

analogiška kaip ir pirmajame matavimo režime procedūra, gaunamos temperatūrų T_1 ir T_2 reikšmės, kurios atsimenamos procesoriaus 10 operatyviojoje atmintyje. Matuojant šilumą uždarosiose šilumos tiekimo sistemose šių temperatūrų pakanka. Tačiau, norint suskaičiuoti šilumą, išekvota atvirosiose šilumos tiekimo sistemose būtina žinoti papildančiojo skysčio temperatūrą. Siūlomame šilumos matuoklyje numatyta rankinio tos temperatūros įvedimo galimybė, naudojant pirmąjį impulsų formuotuvą 28 ir skaitiklio-registrą 8. Nuolatinėje procesoriaus 10 atmintyje yra galimų papildančiojo skysčio temperatūrų skaitmeninių reikšmių masyvas. Skaitiklio 8 talpa lygi to temperatūrų masyvo narių skaičiui, o kiekvienaskaitiklio būseną atitinka tam tikra masyvo nari. Skaitiklio turinys keičiamas mygtuku, esančiu formuotuve 28. Nuspaudus mygtuką, formuotuvo 28 išėjime suformuojamas impulsas, kuris per skaitiklio 8 skaičiavimo įėjimą patenka į pastarąjį ir padidina jo turinį vienetu. Jeigu skaitiklio turinys buvo maksimalus, tai patekus eiliniam impulsui jis kaičiasi į nulį. Kad įvedama temperatūros reikšmė būtų galima kontroliuoti, indikatorius 11 turi būti tos temperatūros indikavimo padėtyje. Indikuojamojo parametro perjungimas atliekamas taip pat kaip ir temperatūros keitimas, tik tam naudojamas skaitiklis - registras 9 bei antrasis impulsų formuotuvą 29. Skaitiklio-registro 9 talpa lygi indikuojamųjų parametrų skaičiui, o kiekviena iš jo būsenų atitinka vieną iš tų parametrų. Formuotuvą 29 taip pat turi mygtuką, kuri paspaudus pastarojo išėjime suformuojamas impulsas, didinantis skaitiklio 9 turinį vienetu, o maksimalus turinys kaičiasi nulinio. Perjungus indikatorius į papildančiojo skysčio temperatūros indikavimo padėtį, jame indikuojama tos temperatūros reikšmė. Spaudant formuotuvo 28 mygtuką, parenkama reikalinga reikšmė, esanti tų reikšmių masyve. Ta reikšmė atsimenama procesoriaus 10 operatyviojoje atmintyje. Esant reikalui, įvedus šią temperatūrą formuotuvo mygtukas gali būti užplombuotas. Procesoriaus 10 nuolatinėje atmintyje yra šilumnešio tankio $\rho(T^0)$ ir entalpijos $h(T^0)$ priklausomybės nuo temperatūros. Pagal paduodamojo T_2^0 ir grįžtančiojo T_1^0 srautų temperatūrų reikšmes procesoriuje 10 nustatomas skysčio tankis $\rho_p(T^0)$ ir $\rho_g(T^0)$ atitinkamuose srautuose ir suskaičiuojami paduodamojo Q_{mp} ir grįžtančiojo Q_{mg} srautų masių debitai:

$$Q_{mp} = \rho_p \cdot (T^0) \cdot Q_{vp}, \quad Q_{mg} = \rho_g \cdot (T^0) \cdot Q_{vg},$$

kurie atsimenami operatyviojoje procesoriaus 10 atmintyje. Beto, procesoriuje 10 pagal priklausomybę, o $h(T)$ nustatomos grįžtančiojo $h_1(T_g^0)$, paduodamojo $h_2(T_p^0)$ srautų ir, esant esant reikalui, papildančiojo skysčio $h_3(T_3^0)$ entalpijos. Jeigu šilumos tiekimo sistema-atvira, tai atliekami paduodamo jos srauto šilumos galios $P_p = Q_{mp} \cdot h_2$, grįžtančiojo srauto šilumos galios $P_g = Q_{mg} \cdot h_1$ bei vartotojam atiduodamos šilumos galios $P_v = Q_{mp} \cdot h_2 - Q_{mg} \cdot h_1 - (Q_{mg} - Q_{mg}) \cdot h_3$ skaičiavimai. Sumuojant procesoriuje 10 vienodais laiko intervalais debitų Q_{vp} , Q_{vg} , Q_{mp} , Q_{mg} bei galių P_p , P_g ir P_v reikšmes, gauname paduodamo V_p ir grįžtančiojo V_g srautų tūrius, praėjusius matavimo metu, jų mases, atitinkamai M_p ir M_g , bei šilumos energiją, perneštą paduodamo, W_p , bei grįžtančiojo, W_g , srautų ir atiduota vartotojams, W_v . Procesoriuje 10, be to, suskaičiuojama vartotojų sunaudota karšto vandens masė $M_v = M_p - M_g$. Išmatuotos ir suskaičiuotos reikšmės T_1^0 , T_2^0 , T_3^0 , Q_{vp} , Q_{vg} , Q_{mp} , Q_{mg} , V_p , V_g , M_p , M_g , M_v , P_p , P_g , P_v , W_p , W_g , W_v saugomos procesoriaus 10 operatyviojoje atmintyje ir, esant reikalui, kiekviena arba dalis iš jų gali būti indikuojama indikatoriuje, keičiant skaitiklio 9 turinį formuotuvo 29 mygtuku taip, kaip aprašyta antrojo temperatūros matavimo režimo pasiškiniame. Išvardintųjų parametrų reikšmės, jų nekeičiant, gali iš operatyvinės procesoriaus 10 atminties perrašytos į išorinį centralizuoto duomenų surinkimo įrenginį.

Jei šilumos tiekimo sistema - uždara, tai, paprastai, paduodamojo srauto debitomatis 15 (o kartu ir jo raktas 13 ir skaitiklis-registras 2) nenaudojami. Nereikalingas ir termometras 25. Šilumos galia, atiduota vartotojui, procesoriuje 10 skaičiuojama taip: $P = Q_{mg} \cdot (h_2 - h_1)$, o šilumos energija W_s - sumuojant galios P reikšmes lygiais laiko intervalais. Operatyviojoje procesoriaus atmintyje saugomos šilumnešio debito Q_g , tūrio V_g , masės M_g reikšmės, šilumos galia P , šilumos energija W_s bei paduodamojo T_1^0 ir grįžtančiojo T_2^0 srautų temperatūros. Visi šie dydžiai gali būti indikuojami indikatoriuje 12 arba perrašyti iš operatyvinės atminties į išorinį centralizuotos apskaitos įrenginį.

Uždaroje šilumos tiekimo sistemoje šilumos galia, atiduota

virtotojui gali būti skaičiuojama ir taip: $P = Q_{mp} \cdot (h_2 - h_1)$. Tuo atveju nenaudojamas grįžtamo srauto debitomatis 14 (o kartu su juo raktas 12 ir skaitiklis - registras 1) bei termometras 25. Šilumos energija W_s šiuo atveju taip pat skaičiuojama sumuojant galios P reikšmes lygiais laiko intervalais.

Šilumos energija matuojama nustatytu tikslumu tik tada, kai grįžtamojo ir paduodamojo (jei pastarasis matuojamas) srautų debitai yra nurodytose ribose (Q_{min} , Q_{max}). Todėl po kiekvieno

Q_{vp} ir Q_{vg} pamatavimo procesorius 10 tikrina, ar šie debitai yra nurodytose ribose. Tuo atveju, kai nors vienas iš debitų Q tampa didesniu už Q_{max} , procesoriaus 10 ketvirtajame valdymo išėjime atsiranda signalas, uždarantis raktą 18. Į skaitiklio - registro 4 skaičiavimo įėjimą patenka stabilaus dažnio f_s impulsai. Jeigu eilinio tikrinimo metu paaiškėja, kad abiejų debitomačių išmatuoti debitai tenkina sąlygą $Q \leq Q_{max}$, raktas 18 atsijungia ir impulsai į skaitiklio 4 įėjimą nepatenka. Taigi šio skaitiklio turinys proporcingas laikui, kuriam einant bent vienas iš debitų buvo didesnis už leistiną: $Q > Q_{max}$. Jeigu bent vienas debitas mažesnis už Q_{min} , tai procesoriaus penktajame valdymo įrenginyje suformuojamas signalas uždarantis raktą 19 ir stabilaus dažnio f_s impulsai patenka į penktojo skaitiklio-registro 5 įėjimą. Raktas 19 vėl atsidaro, kai eilinio tikrinimo metu matuojami debitai tenkina sąlygą $Q \geq Q_{min}$. Taigi skaitiklio 5 turinys proporcingas laikui, kurio bėgyje nors vienas debitas buvo mažesnis už Q_{min} . Didžiausia ir mažiausia per visą matavimo laiką debito reikšmės atsimenamos procesoriaus operatyviojoje atmintyje.

Šilumos energijos gamintojams aktualu, kad gražinamo šilumnešio temperatūra T_1^0 neviršytų nustatytos reikšmės T_n^0 , kuri savo ruožtu, priklauso nuo paduodamos temperatūros T_2^0 . Priklausomybė $T_n^0(T_2^0)$ yra procesoriaus 10 nuolatinėje atmintyje. Po kiekvieno temperatūrų matavimo bei skaičiavimo ciklo procesorius patikrina, ar temperatūra T_1^0 neviršija T_n^0 . Jei paaiškėja, kad $T_1^0 > T_n^0$, procesorius 10 savo šeštajame valdymo išėjime suformuoja signalą, uždaranti raktą 22. Į skaitiklio-registro 6 skaičiavimo įėjimą patenka stabilaus dažnio f_s impulsai. Raktas 20 vėl atsidaro, jei eilinio tikrinimo metu paaiškėja, kad $T_1^0 \leq T_n^0$. Taigi skaitiklio 6 turinys proporcingas suminiam laikui,

kurio bėgyje grįžtančiojo srauto temperatūra viršijo maksimaliai leisiną. Didžiausia T_1^0 reikšmė per visą matavimo laiką atsimenama procesoriaus operatyviojoje atmintyje.

Raktas 21 uždarytas visa laiką, kol siūlomas šilumos matuoklis dirba normaliai. Skaitiklis-registras 7 matuoja matuoklio darbo laiką. Debitomačių 14 ir 15 ir dažninio keitiklio 17 išėjimai išmatuoti. Kai nėra impulsų, jų išėjimo lygis yra loginis vienetas. Ilgesnis, negu jų išėjimo impulsų trukmė, loginio nulio buvimas jų išėjime reiškia, kad šie mazgai neveikia arba veikia nenormaliai. Procesorius 10 analizuoja tuos išėjimo signalus, patenkančius į jį per pirmąjį, antrąjį ir trečiąjį signalinius įėjimus. Jei loginis nulis nors viename iš šių įėjimų išsilaiko ilgiau negu maksimali 11 šių mazgų išėjimo impulsų trukmė, tai raktas 21 atsijungia ir impulsai į skaitiklį 7 nepatenka. Raktas 21 užsidaro tik tada, kai debitomačių 14 ir 15 ir dažninio keitiklio 17 išėjimo signaluose loginio nulio lygis neužtrunka ilgiau negu maksimali jų išėjimo impulsų trukmė. Jeigu siūlomas matuoklis maitinamas iš tinklo, tai procesoriuje 10 numatytas rezervinis autonominis maitinimo šaltinis, prie kurio prijungiama procesoriaus operatyvioji atmintis, atsijungus tinklo įtampai. Kol tinklo įtampas nėra, raktas 21 taip pat atjungtas. Reikalui esant, gali būti indikuojama minimaliausia ir maksimaliausia debito reikšmės, didžiausia grįžtama temperatūra, suminis laikas per kurį buvo viršyta $Q_{\max}$ arba nepasiekta $Q_{\min}$, per kurį T_1^0 viršijo T_n^0 , o taip pat matuoklio normalus darbo laikas.

Eksperimentiniai tyrimai, atlikti Kauno Technologijos universitete, Kauno Mokslinėje-gamybinėje firmoje "Katra", o taip pat Talino gamybiniame susivienijime "Prompribor" parodė, kad pasiūlytas matuoklis gali būti 2 arba 4 klasės šilumos matuoklis pagal tarptautines OIML rekomendacijas. Kartu jis užtikrina matavimo rezultatų patikimumą ir teikia maksimalų patogumą vartotojams, kadangi turi daug vertingos informacijos, kuri gali būti reikiamu momentu indikuojama.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

Šilumos matuoklis, turintis paduodamojo ir grįžtančiojo srautų debitomačius su dažniniu išėjimu, pirmąjį, antrąjį ir trečiąjį varžų termometrus, pirmąjį, antrąjį, trečiąjį ir ketvirtąjį raktus, pirmąjį ir antrąjį rezistorius, dažninį keitiklį, pirmąjį skaitiklį-registrą, pirmąjį ir antrąjį impulsų formuotuvus ir indikatorius, besiskiriantis tuo, kad į jį papildomai įjungti analoginis komutatorius, antrasis, trečiasis, ketvirtasis, penktasis, šeštasis, septintasis, aštuntasis ir devintasis skaitikliai-registrai, penktasis, šeštasis ir septintasis raktai ir procesorius, kurio pirmasis-septintasis valdantieji išėjimai sujungtisu, atitinkamai pirmojo, antrojo, trečiojo, ketvirtąjo, penktojo, šeštojo ir septintojo raktų valdančiaisiais įėjimais, aštuntasis valdantysis išėjimas - su analoginio komutatoriaus valdančiuoju įėjimu, dažninis išėjimas su ketvirtąjo, penktojo, šeštojo ir septintojo skaitiklių-registrų skaičiavimo įėjimais per, atitinkamai, ketvirtąjį, penktąjį, šeštąjį ir septintąjį raktus, be to, procesoriaus pirmoji-devintoji informacinių išvadų grupės sujungtos, atitinkamai, su pirmojo-devintojo skaitiklių-registrų informaciniais išvadais, dešimtoji informacinių išvadų grupė - su indikatoriaus informaciniais išvadais, o grįžtančiojo ir paduodamojo srautų debitomačių išėjimai prijungti prie, atitinkamai, pirmojo ir antrojo procesoriaus signalinių įėjimų ir per, atitinkamai, pirmąjį ir antrąjį raktus, prie, atitinkamai, pirmojo ir antrojo skaitiklių-registrų skaičiavimo įėjimų, pirmojo ir antrojo impulsų formuotuvų išėjimai sujungti su, atitinkamai, aštuntojo ir devintojo skaitiklių-registrų skaičiavimo išėjimais, be to, pirmojo, antrojo bei trečiojo varžos termometrų ir pirmojo bei antrojo rezistorių pirmieji išvadai sujungti su, atitinkamai, pirmuoju, antruoju, trečiuoju, ketvirtuoju ir penktuoju analoginio komutatoriaus įėjimais, o prie pastarojo išėjimo prijungtas dažninio keitiklio įėjimas, kurio išėjimas sujungtas su procesoriaus trečiuoju signaliniu įėjimu ir - per trečiąjį raktą - 13 su trečiojo skaitiklio-registro skaičiavimo įėjimu, pagaliau, antrieji pirmojo, antrojo ir trečiojo varžos termometrų bei

pirmojo ir antrojo rezistorių išvadai sujungti su bendruoju
matuoklio tašku.

