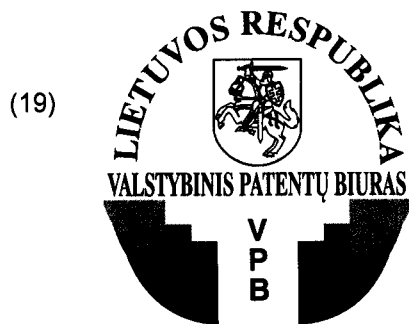




(10) **LT 5972 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **5972** (51) Int. Cl. (2013.01): **F23N 3/00**
- (21) Paraiškos numeris: **2012 015**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2012 03 07**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2013 09 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2013 11 25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Liudas BRAZDEIKIS, LT
- (73) Patent savininkas:
Aleksandro Stulginskio universitetas, Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r., LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
—

- (54) Pavadinimas:
Oro tiekimo į kietojo kuro degimo kamerą reguliavimo būdas

- (57) Referatas:

Oro tiekimo į kietojo kuro degimo kamerą reguliavimo būdas numato dūmų temperatūros, dūmtakio sienelės temperatūros ir dūmtakio aplinkos oro temperatūros matavimus. Nauja yra tai, kad šių matavimų rezultatus apdorojus išradime nurodytu būdu gaunamas signalas, kuris bendruoju atveju funkciniu ryšiu, o daliniais atvejais tiesine priklausomybe yra susietas su realiu į degimo kamerą tiekiamo oro debitu. Ši pagal matavimų rezultatus suformuota signalą naudoja kaip grįžtamojo ryšio signalą reguliuojant oro tiekimą į degimo kamerą.

Išradimas priskiriamas šilumos technikai, konkrečiau - šildymui deginant kietąjį kurą, pvz. malkas.

Siūlomas būdas gali būti taikomas degimo procesui reguliuoti šildymo įrenginiuose, kuriuose naudojamas tarpinis šilumnešis, pvz. vanduo, arba tiesioginio šildymo įrenginiuose, pvz. krosnyse, židiniuose. Šis būdas labiausiai tinkamas periodinio įkrovimo įrenginiams, kuriuose dega visa kuro įkrova, o degimui reikalingas oras tiekiamas į degimo kameros apačią. Degimo intensyvumą šiuose įrenginiuose galima reguliuoti keičiant trauką arba keičiant į degimo kamerą tiekiamo oro debitą.

Žinomas oro tiekimo į degimo kamerą reguliavimo būdas, kuriame specialios svirtelės pagalba palaikomas apytiksliai pastovus tiekiamo oro debitas (žiūr. GBI162304, 1969 m.). Šis būdas paprastas, tačiau mažai universalus, kadangi neleidžia keisti į degimo kamerą tiekiamo oro debito, ir mažai tikslus, kadangi neįvertina realaus degimo intensyvumo.

Žinomas reguliavimo būdas, kuriame oro tiekimas į degimo kamerą reguliuojamas pagal iš anksto sudarytą programą priklausomai nuo degimo laiko (žiūr. US20090260553, 2009 m.). Šis būdas mažai tikslus, kadangi neįvertina realaus į degimo kamerą tiekiamo oro debito bei neįvertina realaus degimo intensyvumo.

Artimiausias išradimui yra oro tiekimo į kietojo kuro degimo kamerą reguliavimo būdas, kuriame matuoja iš degimo kameros išeinančių dūmų temperatūrą, matuoja degimo kameros aplinkos oro temperatūrą ir priklausomai nuo šių temperatūrų reguliuoja į degimo kamerą tiekiamo oro debitą (žiūr. AU779808, 2005 m.). Šiame būde pagal dūmų temperatūrą įvertinamas degimo intensyvumas, tačiau neįvertinamas realus tiekiamo oro debitas, todėl sunku pasiekti aukštą reguliavimo tikslumą. Neįvertinant realaus tiekiamo oro debito sunku vien pagal dūmų temperatūrą įvertinti šildymo galią, o tai riboja žinomo būdo universalumą, kadangi jį sunku pritaikyti keičiamos galios šildymo įrenginiuose.

Išradimo uždavinys - padidinti reguliavimo tikslumą ir universalumą.

Šiam uždaviniui išspręsti oro tiekimo į kietojo kuro degimo kamerą reguliavimo būde, kuriame matuoja iš degimo kameros išeinančių dūmų temperatūrą, matuoja degimo kameros aplinkos oro temperatūrą, reguliuoja į degimo kamerą tiekiamo oro debitą, papildomai matuoja dūmtakio sienelės temperatūrą, skaičiuoja pirmąjį temperatūrų skirtumą tarp dūmtakio sienelės temperatūros ir aplinkos oro

temperatūros, skaičiuoja antrąjį temperatūrų skirtumą tarp dūmų temperatūros ir dūmtakio sienelės temperatūros ir į degimo kamerą tiekiamo oro debitą reguliuoja priklausomai nuo pirmojo ir antrojo temperatūrų skirtumų santykio.

Galimybę šiuo būdu išspręsti iškeltąjį uždavinį įrodo tai, kad apskaičiuotasis temperatūrų skirtumų santykis yra funkciškai susietas su realiu į degimo kamerą tiekiamo oro debitu (to įrodymas pateikiamas žemiau). Oro tiekimą reguliuojant pagal šį santykį pasiekiamas didesnis reguliavimo tikslumas, kadangi įvertinamas realus tiekiamo oro debitas, o pasirenkant užduotąjį šio santykio vertę galima keisti šildymo galią ir tuo padidinti reguliavimo būdo universalumą, sudarant galimybę šį būdą pritaikyti keičiamos galios šildymo įrenginiuose.

Dūmams iš degimo kameros tekant dūmtakiu vyksta šilumos perdavimas iš dūmų į dūmtakio sienelę ir nuo dūmtakio sienelės į aplinkos orą. Šiuos šiluminius procesus iliustruoja Fig.1 schema.

Šilumos balansas per vienetinį dūmtakio sienelės plotą aprašomas lygtimi:

$$(t_d - t_s)h_{ds} = (t_d - t_a)h_{sa} , \quad (1)$$

čia: t_d , t_s , t_a - atitinkamai dūmų, dūmtakio sienelės ir aplinkos oro temperatūros;

h_{ds} - šilumos perdavimo iš dūmų į dūmtakio sienelę koeficientas;

h_{sa} - šilumos perdavimo nuo dūmtakio sienelės į aplinką koeficientas.

Iš (1) lygties išreiškiamas aukščiau minėtas temperatūrų skirtumų santykis S :

$$S = \frac{t_s - t_a}{t_d - t_s} = \frac{h_{ds}}{h_{sa}} \quad (2)$$

Šilumos perdavimo iš dūmų į dūmtakio sienelę koeficientas h_{ds} gali būti apskaičiuojamas pagal plačiai žinomus šilumos perdavimo dėsningumus dujoms arba skysčiams tekant vamzdžiu (žiūr. pvz. Крейт Ф., Блэк У. Основы теплопередачи: Пер. с англ., - М.: Мир, 1983. - 512 с.):

$$h_{ds} = 0.023 \frac{k}{D} \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{0.33} ,$$

čia: k - dujų (dūmų) šilumos laidumo koeficientas;

D - vamzdžio (dūmtakio) vidaus skersmuo;

Re - Reinoldso kriterijus;

Pr - Prandtlio kriterijus.

Reinoldso kriterijus išreiškiamas lygtimi:

$$S = \frac{\rho_d D v_d}{\mu_d}$$

čia: ρ_d - dujų (dūmų) tankis;

v_d - dujų (dūmų) tekėjimo vamzdyje greitis;

μ_d - dujų (dūmų) dinaminės klampos koeficientas.

Kadangi Prandtlio kriterijus dujoms yra apytiksliai pastovus, o Reinoldso kriterijus yra tiesiai proporcingas dujų (dūmų) tekėjimo vamzdyje greičiui, remiantis (3) ir (4) lygtimis galima teigti, kad tarp šilumos perdavimo iš dūmų į dūmtakio sienelę koeficiento h_{ds} ir dūmų tekėjimo dūmtakyje greičio v_d yra apibrėžtas funkcinis ryšys, t.y. $h_{ds} = f(v_d)$.

Šilumos perdavimo nuo dūmtakio sienelės į aplinkos orą koeficientas h_{sa} nustatomas pagal plačiai žinomus šilumos perdavimo natūraliąja konvekcija dėsningumus priklausomai nuo dūmtakio padėties (vertikalus, nuožulnus, horizontalus). Nustatant konkrečią šio koeficiento vertę gali būti įvertinamos dūmtakio sienelės ir aplinkos oro konkrečios temperatūros (abi šios temperatūros siūlomame būde yra matuojamos).

Iš (2) lygties ir aukščiau išdėstytų priklausomybių gauname, kad tarp pagal siūlomą būdą apskaičiuojamo temperatūrų skirtumų santykio S ir dūmų tekėjimo dūmtakyje greičio v_d yra apibrėžtas funkcinis ryšys, t.y. $S = f(v_d)$. Akivaizdu, kad dūmų greitis v_d yra tiesiai proporcingas į degimo kamerą tiekiamo oro debitui L . Taigi, pagal siūlomą būdą apskaičiuotasis temperatūrų skirtumų santykis S apibrėžtu funkciniu ryšiu yra susietas su į degimo kamerą tiekiamo oro debitu L , t.y. $S = f(L)$.

Būdą taikant konkrečiam šildymo įrenginiui ši funkcinė priklausomybė gali būti pakeičiama tiesinio proporcingumo ryšiu. Tokią galimybę iliustruoja Fig.2, kur parodyta būdinga priklausomybė tarp apskaičiuotojo temperatūrų skirtumų santykio S ir į degimo kamerą tiekiamo oro debito L , kai dūmų ir aplinkos oro temperatūrų skirtumas yra pastovus. Ši funkcinė priklausomybė, kaip matyti iš Fig.2 grafiko, yra artima tiesinei, todėl konkrečiais atvejais, ypač esant siauresniam reguliavimo intervalui, gali būti tokia pakeičiama.

Kadangi siūlomu būdu apskaičiuotasis temperatūrų skirtumų santykis bendruoju atveju funkciniu ryšiu, o daliniais atvejais tiesine priklausomybe yra susietas su realiu į degimo kamerą tiekiamo oro debitu, suformuojant užduotąją šio santykio vertę ir šią užduotąją vertę įvedant į automatinio reguliavimo kontūrą galima pasiekti, kad į degimo kamerą realiai tiekiamo oro debitas tam tikru tikslumu būtų lygus užduotajam.

Yra žinoma, kad keičiant į degimo kamerą tiekiamo oro debitą, kinta kietojo kuro degimo intensyvumas. Taigi, keičiant temperatūrų skirtumų santykio užduotąją vertę galima tam tikrose ribose reguliuoti šildymo įrenginio galią.

Suformuojant degimo ciklo laike kintančią šio santykio užduotąją vertę, galima tiekiamo oro debitą geriau priderinti prie kuro degimo fazės. Periodinio įkrovimo degimo įrenginiams būdingas šiluminės galios P kitimo degimo ciklo laike τ grafikas parodytas Fig.3. Po įsidegimo vyksta intensyvus kuro (pvz. medienos) dujinės frakcijos išsiskyrimas ir jos degimas. Šios degimo fazės metu reikalingas didesnis oro debitas. Vėliau vyksta mažiau intensyvus kietosios frakcijos (anglies) degimas, kurio metu reikia ir mažiau oro. Priderinus tiekiamo oro debitą prie degimo fazės pasiekiamas ekonomiškėnis ir mažiau aplinką teršiantis kuro degimas.

Fig.1 parodyta šiluminių procesų dūmtakio segmente schema. Šioje schemoje: 2 - dūmtakis; t_d , t_s , t_a - atitinkamai dūmų, dūmtakio sienelės ir aplinkos oro temperatūros; h_{ds} , h_{sa} - šilumos perdavimo koeficientai atitinkamai iš dūmų į dūmtakio sienelę ir nuo dūmtakio sienelės į aplinką; v_d - dūmų tekėjimo greitis.

Fig.2 parodytas grafikas būdingos funkcinės priklausomybės tarp pagal siūlomą būdą apskaičiuoto temperatūrų skirtumų santykio S ir į degimo kamerą tiekiamo oro debito L .

Fig.3 parodytas periodinio įkrovimo kietojo kuro degimo įrenginiams būdingo šiluminės galios P kitimo grafikas degimo ciklo laike τ .

Fig. 4 parodyta siūlomą būdą realizuojančio įrenginio pavyzdžio blokinė schema. Galimybę siūlomą būdą realizuoti žinomomis techninėmis priemonėmis parodo Fig. 4 įrenginio pavyzdys. Įrenginį sudaro kietojo kuro degimo kamera 1, dūmtakis 2, kaminas 3, oro tiekimo į degimo kamerą reguliavimo sklendė arba vožtuvas 4, dūmų temperatūros jutiklis 5, dūmtakio sienelės temperatūros jutiklis 6, dūmtakio aplinkos oro temperatūros jutiklis 7, pirmasis atimties mazgas 8, antrasis atimties mazgas 9, dalybos mazgas 10, užduodančiojo signalo formavimo mazgas 11, reguliatorius 12, vykdymo mechanizmas 13.

Realizuojant siūlomą būdą temperatūros jutikliais 5, 6 ir 7 matuoja atitinkamai dūmų, dūmtakio sienelės ir aplinkos oro temperatūras ir šių jutiklių išėjimuose gauna signalus, proporcingus atitinkamoms temperatūroms. Pirmajame atimties mazge 8 iš temperatūros jutiklio 6 išėjimo signalo, proporcingo dūmtakio sienelės temperatūrai, atima temperatūros jutiklio 7 signalą, proporcingą aplinkos oro temperatūrai, ir šio mazgo išėjime gauna signalą, proporcingą minėtų temperatūrų skirtumui. Antrajame atimties mazge 9 iš temperatūros jutiklio 5 išėjimo signalo, proporcingo dūmų temperatūrai, atima temperatūros jutiklio 6 išėjimo signalą, proporcingą dūmtakio sienelės temperatūrai, ir šio mazgo išėjime gauna signalą, proporcingą minėtų temperatūrų skirtumui. Dalybos mazge 10 pirmojo atimties mazgo 8 išėjimo signalą dalina iš antrojo atimties mazgo 9 išėjimo signalo ir šio mazgo išėjime gauna signalą, proporcingą šiame būdo aprašyme minimam temperatūrų skirtumų santykiui S . Užduoties mazge 11 formuoja signalą, proporcingą šio santykio užduotajai vertei. Šiame mazge gali būti formuojamas arba laisvai pasirenkamas užduodantis signalas, arba nuo norimos šildymo galios priklausantis užduodantis signalas, arba degimo ciklo laike kintantis užduodantis signalas, arba degimo ciklo laike kintantis ir nuo norimos šildymo galios priklausantis užduodantis signalas.

Užduoties mazgo 11 išėjimo signalą paduoda į reguliatoriaus 12 užduodantįjį įėjimą, į šio reguliatoriaus sistemos būsenos (grįžtamojo ryšio) įėjimą paduoda dalybos mazgo 10 išėjimo signalą, proporcingą pagal matavimų rezultatus apskaičiuotam temperatūrų skirtumų santykiui. Regulatorius 12 gali būti plačiai žinomas proporcinis integralinis (PI), proporcinis integralinis diferencialinis (PID) arba

kitoks tinkamas reguliatorius. Reguliatoriaus 12 išėjimo signalas per vykdymo mechanizmą 13 keičia sklendės arba vožtuvo 4 padėtį ir tuo reguliuoja į degimo kamerą tiekiamo oro debitą. Oro sklendė arba vožtuvas 4 ir vykdymo mechanizmas 13 gali būti bet kokios žinomos tinkamos tarpusavyje suderintos konstrukcijos, pavyzdžiui, žaliuzių tipo sklendė su elektromechaniniu vykdymo mechanizmu. Pirmasis 8 ir antrasis 9 atimties mazgai, dalybos mazgas 10, užduoties mazgas 11, reguliatorius 12 gali būti realizuojami kaip vientisas programuojamas valdiklis 14. Programuojamo valdiklio panaudojimas padidina įrenginio universalumą, palengvina jo derinimą bei leidžia realizuoti siūlomą būdą, sudarant funkcinę arba supaprastintą tiesinę priklausomybę tarp apskaičiuotojo temperatūrų skirtumų santykio S ir į degimo kamerą tiekiamo oro debito L .

Aprašytasis įrenginys neapriboja galimybės siūlomą būdą įgyvendinti kitokiomis tinkamomis priemonėmis, o tik parodo vieną iš įgyvendinimo variantų.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Oro tiekimo į kietojo kuro degimo kamerą reguliavimo būdas, kuriame matuoja iš degimo kameros išeinančių dūmų temperatūrą, matuoja degimo kameros aplinkos oro temperatūrą, reguliuoja į degimo kamerą tiekiamo oro debitą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad matuoja dūmtakio sienelės temperatūrą, skaičiuoja pirmąjį temperatūrų skirtumą tarp dūmtakio sienelės temperatūros ir aplinkos oro temperatūros, skaičiuoja antrąjį temperatūrų skirtumą tarp dūmų temperatūros ir dūmtakio sienelės temperatūros ir į degimo kamerą tiekiamo oro debitą reguliuoja priklausomai nuo pirmojo ir antrojo temperatūrų skirtumų santykio.

2. Būdas pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad į degimo kamerą tiekiamo oro debito ir pagal 1 punktą apskaičiuotojo temperatūrų skirtumų santykio tarpusavio priklausomybę laiko tiesine.

3. Būdas pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad formuoja 1 punkto minėto temperatūrų skirtumų santykio užduotąją vertę ir į degimo kamerą tiekiamo oro debitą reguliuoja taip, kad pagal matavimų rezultatus apskaičiuotas temperatūrų skirtumų santykis būtų lygus užduotajam.

4. Būdas pagal 3 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad užduotąją santykio vertę formuoja priklausomai nuo degimo kameros reikiamos galios.

5. Būdas pagal 3 punktą arba 4 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad formuoja degimo ciklo laike kintančią užduotąją santykio vertę.

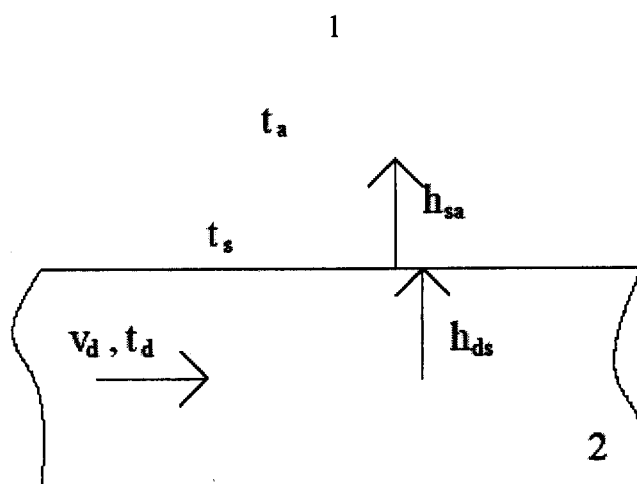


Fig.1

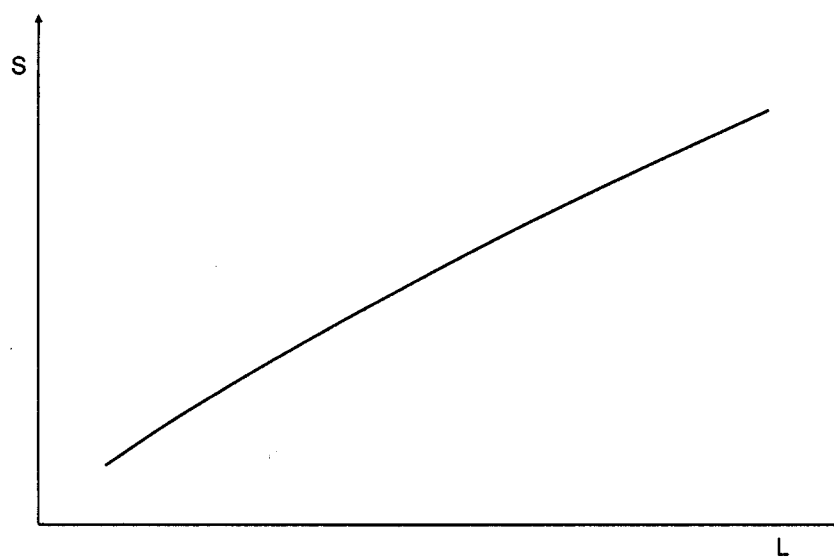


Fig. 2

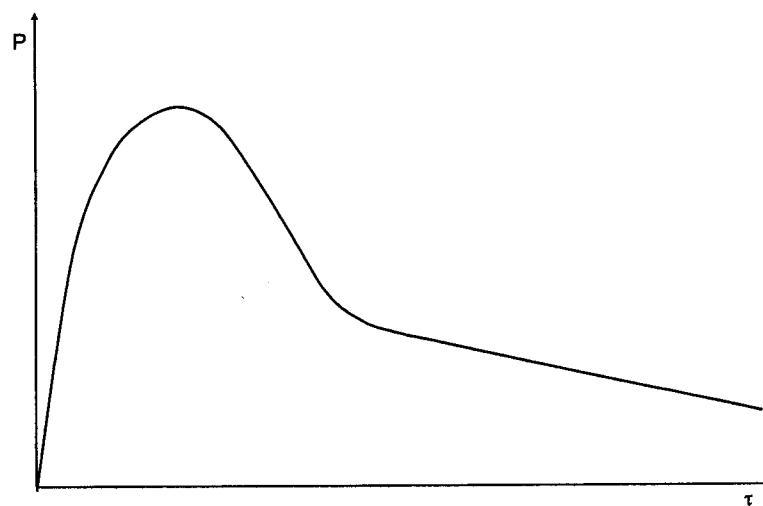


Fig.3

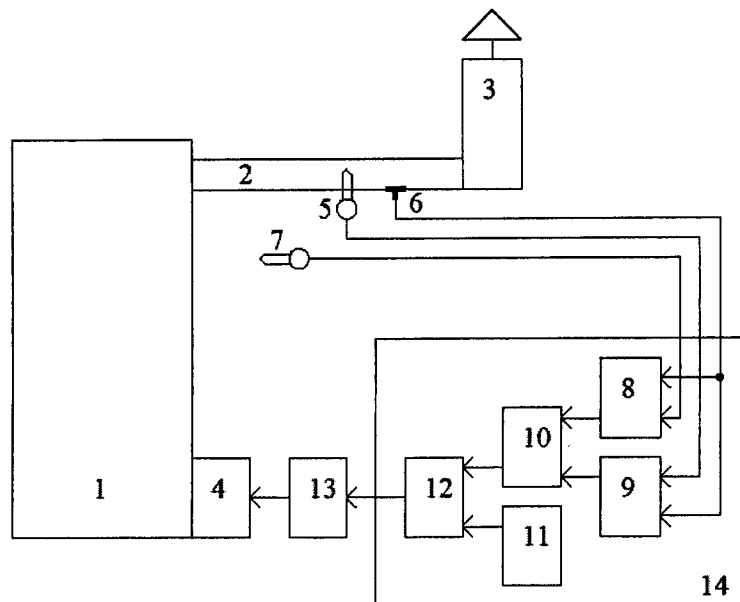


Fig.4