
Gamtinių dujų tiekimo bei vartojimo balansas Lietuvos ūkyje ir jo matematinis analizės modelis

**Jurij Tonkonogij,
Antanas Pedišius**

*Lietuvos energetikos institutas,
Šiluminių įrengimų tyrimo ir
bandymų laboratorija,
Breslaujos g. 3,
LT-3035 Kaunas*

Jonas Janulionis

*AB „Lietuvos dujos“,
Aguonų g. 24,
LT-2600 Vilnius*

Pateikti matematinis gamtinių dujų tiekimo bei vartojimo balanso modelis ir statistinės analizės rezultatai. Parodyta, kad pratekėjusių neregistruojamų dujų (PND) tūris, gautas atėmus iš viso pateiktųjų dujų tūrio dujų nuostolius dėl vamzdinių ir įrengimų nesandarumo, dujas, suvartotas technologiniams poreikiams, ir dujas, realizuotas vartotojams, iš esmės priklauso nuo dujų matavimo priemonių ir apskaitos sistemos kokybės.

Magistralinių dujotiekių lygmens apskaitai santykinis PND dydis apskaičiuotas kaip vidutinis visiems dujų skaitiklių tipams. Nuo 1997 m. dujų tiekimo ir vartojimo balansas stabilizavosi, ir vidutinė dujų nuostolių per nesandarumus norma nusistovėjo ties verte $0,15 \text{ nm}^3 \cdot \text{K}/(\text{m}^2 \cdot \text{Pa})$ per mėnesį.

Didelė dujų skaitiklių įvairovė regioninių dujų firmų apskaitos sistemose priverė išskirti skaitiklių su artimomis metrologinėmis charakteristikomis grupes. PND dydis ir normos skirtingoms grupėms per pastaruosius metus iš esmės sumažėjo dėl tokių priemonių, kaip šiuolaikinių turbininių (TZ tipo) ir rotacinių skaitiklių, kurie pakeičia pasenusio tipo skaitiklius, iš jų RG tipo, įrengimas; sūkurinių dujų skaitiklių kalibravimas kartu su tiesiais ruožais ir srauto lygintuvais; diafragmų įrengimas elektroniniais dujų tūrio kompiuteriais-korektorais ir aukšto tikslumo skirtuminio slėgio keitikliais; skaitiklių matavimo ribos ir apkrovimo diapazono atitikties kontrolė; skaitiklių įrengimo sąlygų kontrolė.

Skaičiuotų ir faktinių PND kiekių neatitiktis kai kuriose dujų firmose rodo būtiną tobulinti statistinės analizės matematinį modelį ir papildomų veiksnių vertinimą.

Raktažodžiai: gamtinės dujos, tiekimo bei vartojimo balansas, nuostoliai, dujų skaitikliai, statistinė analizė, modeliavimas

1. ĮVADAS

Kaip buvo parodyta [1], remiantis Lietuvos ūkyje gamtinių dujų apskaitai naudojamų matavimo priemonių (toliau skaitikliai) struktūra, realaus dujų tiekimo ir vartojimo 1996–2000 m. balanso rezultatais, dujų vartotojus visuomet pasiekia mažesnis dujų kiekis, nei užsienio dujų tiekėjas pateikia dujų įvade į šalies magistralinius dujotiekus. Svarbiausios minėto skirtumo priežastys yra šios:

- dujų natūralios netekties nuostoliai dėl vamzdinių, armatūros ir įrenginių nesandarumų;
- dujų suvartojimas technologinėms reikmėms siekiant užtikrinti visos dujų tiekimo ir paskirstymo vartotojams sistemos veikimą;
- neregistruojamos pratekančios dujos dėl sisteminių (daugiausia neigiamo ženklo) skaitiklių paklaidų, atsirandančių naudojimo metu, ir apskaitos sistemos netobulumų.

Šiuo metu Lietuvoje patvirtintos ir galioja dvi skaičiavimo metodikos [2, 3] tiekimo ir vartojimo balanso komponentėms įvertinti, kai kurių jų – natūralios ne-

tekties nuostolių dėl nesandarumų, neregistruojamų pratekančių dujų, prapūtimo nuostolių ir kt. – negalima tiesiogiai išmatuoti arba tai susiję su dideliais techniniais sunkumais. Daug prielaidų nurodytose metodikose paremta jau pasenusiais duomenimis, kuriuos dėl nuolatinio dujų tiekimo sistemos atnaujinimo reikia nuolat papildyti. Todėl ypač didelę svarbą įgauna statistinės dujų tiekimo ir vartojimo balanso analizės metodo sukūrimas, siekiant nustatyti arba patikslinti balanso komponentes, kurių tiesiogiai išmatuoti negalima.

Toliau aprašomas statistinis modelis balansui analizuoti ir pateikiami svarbiausieji rezultatai. Remiantis matavimams naudojamų skaitiklių struktūra ir realaus balanso kitimo pastaraisiais metais analize, statistinio modelio taikymas magistralinių dujotiekių firmos (MD) ir regioninių dujų firmų (RF) lygmenyse turi tam tikrų skirtumų.

MD lygmenyje nagrinėjamas dujų, patiektų užsienio (Rusija) tiekėjo, ir dujų MD per dujų skirstymo stotis (DSS) patiektų RF bei stambioms pramoniniams vartotojams Lietuvoje, balansas. Kadangi DSS įrengti 75 skaitikliai ir apie 75% jų – šiuolaikiniai TZ turbi-

niniai ir rotaciniai skaitikliai, analizuojant pratekančias neregistruojamas dujas ne taikomas skaitiklių suskirstymas į grupes, bet nustatoma visiems skaitikliams bendra lyginamoji neregistruojamų dujų norma. Tai įgalina statistiškai įvertinti natūralios netekties nuostolius ir neregistruojamų dujų kiekius.

RF lygmenyje nagrinėjamas dujų, patiektų per DSS visoms Lietuvos dujų ūkio RF, ir dujų, realizuotų galutiniams pramoniniams ir buitiniams vartotojams, balansas. Šiame lygmenyje skaitikliai suskirstomi į grupes, kuriose jie turi kuo vienodesnes metrologines charakteristikas, ir jiems tenkantis neregistruojamų dujų kiekis nustatomas iš DSS gautų dujų kiekio atėmus apskaičiuotus ar kitais būdais nustatytus natūralios netekties nuostolius dėl nesandarumų ir suvartotus technologiniams poreikiams dujų kiekius. Tariaama, kad ši komponentė turi koreliuoti su rezultatais, gautais laboratorijoje periodiškai kalibruojant ar tikrinant apskaitai naudotus skaitiklius. Tokia informacija, pateikta [4, 5], rodo, kad dauguma atvejų jau naudotų skaitiklių paklaidos slenka neigiamų verčių link, nors ir nėra didesnės už leidžiamas ribines vertes, t. y. skaitikliai registruoja mažesnius dujų kiekius nei iš tikrųjų per juos prateka dujų.

Kitos prielaidos pateikiamos toliau atitinkamuose poskyriuose.

2. TIEKIMO IR VARTOJIMO BALANSO ANALIZĖS MODELIS IR REZULTATAI

2.1. Matematinis modelis

Analizei panaudotas modelis aprašytas [6, 7]. Vadovaujantis [6] pateikta rekomendacija, statistinį modeliavimą tikslinga pradėti nuo paprastesnio modelio, t. y. tiesinės regresijos, nagrinėjimo. Tokiu atveju tiesinės regresijos modelis išreiškiamas lygtimi:

$$\Delta V_j(t) = \sum_{i=1}^s \beta_i \cdot V_{ij}(t) + \varepsilon_j(t); \quad (1)$$

čia j – dujų firmos numeris ($j = 1, 2, \dots, 7$); $\Delta V_j(t)$ – skaitiklio neregistruojamų dujų kiekis j -oje firmoje; t – mėnesio numeris ($t = 1, 2, \dots, 12$); i – skaitiklių grupės Nr. ($i = 1, 2, \dots, s$); V_{ij} – i -osios analizei pasirinktos skaitiklių grupės išmatuotas dujų kiekis j -oje firmoje; β_i – i -osios skaitiklių grupės neregistruojamų dujų norma (koeficientas), ε_j – parametras, kuris rodo neįvertintų veiksnių įtaką. Kuo mažesnė ε vertė, tuo geriau nustatytos β_j vertės rodo realius nuostolius.

Jeigu atsižvelgtume į neregistruojamų dujų vidurkio kitimą per metus, į modelį reikėtų įtraukti sezoniško veiksnį. Tačiau įvertinant šio dydžio nevienodą atskirose regioninėse firmose ir netolydų per metus kitimą, aiškiai nepakanka duomenų ir atliktų išankstinių skaičiavimų rezultatų. Todėl tikslinga naudoti modelį, išreikštą (1) lygtimi, kurioje β_i yra išskomieji koeficientai, $\Delta V_j(t)$ – priklausomi kintamieji

ir $V_{ij}(t)$ – nepriklausomi kintamieji. Nežinomiems koeficientams rasti galima taikyti mažiausių kvadratų metodą (MKM), t. y. ieškoti tokių įverčių, kurie minimizuotų funkciją:

$$\beta_i : \sum_{t=1}^{12} \sum_{j=1}^n \left(\Delta V_j(t) - \sum_{i=1}^s \beta_i \cdot V_{ij}(t) \right)^2 \rightarrow \min. \quad (2)$$

Tiesinės regresijos atveju šie įverčiai yra nesunkiai randami.

Pažymėjus

$$\Delta V = (\Delta V_1(1), \dots, \Delta V_1(12), \Delta V_2(1), \dots, \Delta V_2(12), \dots, \Delta V_n(1), \dots, \Delta V_n(12)), \beta = (\beta_1, \dots, \beta_s) \text{ ir}$$

$$V = \begin{pmatrix} V_{11}(1) & \dots & V_{11}(12) & V_{12}(1) & \dots \\ \vdots & & & & \ddots \\ V_{s1}(1) & \dots & V_{s1}(12) & V_{s2}(1) & \dots \\ \dots & V_{12}(12) \dots & V_{1n}(1) & \dots & V_{1n}(12) \\ \vdots & & & & \vdots \\ \dots & V_{s2}(12) \dots & V_{sn}(1) & \dots & V_{sn}(12) \end{pmatrix},$$

koeficientų β MKM įverčiai randami iš lygties:

$$\hat{\beta} = (V^T \cdot V)^{-1} \cdot V^T \cdot \Delta V^T. \quad (3)$$

MKM įvertis nėra visiškai tinkamas, nes nedidelis skaičius didelių nuokrypių nuo vidurkio gana stipriai pakeičia $\hat{\beta}$. Todėl buvo taikomas ir kitas įverčių radimo metodas, kurį galima pavadinti modifikuotu MKM. Šiuo atveju buvo minimizuojama funkcija:

$$\tilde{\beta}_i : \sum_{t=1}^{12} \sum_{j=1}^n \left| \Delta V_j(t) - \sum_{i=1}^s \beta_i \cdot V_{ij}(t) \right| \rightarrow \min. \quad (4)$$

Tokiu metodu rastas įvertis yra pastovesnis, mažiau reaguoja į didelius duomenų nuokrypius.

Gautų įverčių kokybei įvertinti buvo panaudotas statistinis parametras:

$$R^2 = 1 - \frac{D\varepsilon}{D(\Delta V)}; \quad (5)$$

čia $D\varepsilon$ – likutinė empirinė duomenų dispersija, $D(\Delta V)$ – pradinė empirinė duomenų dispersija.

Šis parametras parodo, kiek sumažėjo duomenų sklaida pritaikius pasirinktą modelį ir nustatius atitinkamus modelio koeficientų įverčius. Dydis $R = \sqrt{R^2}$ toliau vadinamas koreliacijos koeficientu.

Pritaikius tiesinės regresijos modelį pasirinktai skaitiklių klasifikacijai, ne visos gautos nuostolių normos buvo priimtinos. Gauti rezultatai buvo išanalizuoti siekiant nustatyti, kiek jie susiję su žinomomis iš [4, 5] skaitiklių metrologinėmis charakteristikomis. Be to, buvo atmetami rezultatai, nesusiję su realiai stebimais rezultatais, t. y. neigiami neregistruotų dujų kiekiai bei nuostoliai, didesni kaip 5%.

Dujų nuostoliai individualiuose namuose įrengtiems skaitikliams buvo apskaičiuoti pagal metodiką [8]. Nuostolių normos šiuo atveju priklauso nuo aplinkos temperatūros, t. y. vasarą jie yra nedideli (apie 2%), tačiau žiemą skaitikliams, įrengtiems lauke be temperatūros korektorių, nuostolių norma yra beveik 9%. Pagal šią metodiką apskaičiuoti dujų nuostoliai individualiuose namuose buvo atimti iš bendrų dujų nuostolių ir tokiu būdu gauti duomenys panaudoti tolimesnei statistinei analizei.

2.2. Analizės rezultatai

Įvertinus turimus duomenis apie skaitiklių struktūrą bei kiekius [1] ir anksčiau pateiktas nuostatas, MD lygmenyje buvo taikomas supaprastintas modelis. Realūs neregistruojamų dujų kiekiai MD sistemoje bei natūralios netekties nuostoliai dėl nesandarumų buvo nustatomi iš gauto dujų kiekio atimant dujų kiekį, realizuotą RF, suvartotą technologinėms reikmėms ir susijusį su atsargų vamzdynuose pokyčiais. Šie kiekiai MD priklausomai nuo gauto dujų kiekio kas mėnesį per metus parodyti 1 pav.

Kadangi dėl labai suprantamų priežasčių neregistruojamų dujų kiekis proporcingas pateiktam dujų kiekiui ir natūralios netekties nuostoliai per nesandarumus proporcingi dujų slėgiui vamzdynuose, 1 pav. duomenys leidžia daryti tokias išvadas:

- tiesių polinkis yra susijęs su neregistruojamų dujų kiekio norma; jų lygis – daugiausia su nuostoliais dėl nesandarumų ir šiek tiek su kitomis pastoviomis balanso komponentėmis;
- pradėdant 1997 m. balansas stabilizavosi. Palyginus su 1996 m., labai smarkiai sumažėjo balanso komponentė, mažai tepriklausanti nuo gautų dujų kiekio. Tai iš dalies rodo, kad sumažėjo dujų suvartojimas technologiniams poreikiams. Be to, matyt

sumažėjo nuostoliai per nesandarumus, arba greičiausiai ši norma buvo nerealiai padidinta, taikant ją buvusios Tarybų Sąjungos dujų tiekimo magistraliniams dujotiekiams. Tarus, kad 1997–2000 m. duomenys yra patikimiausi, lyginamoji nuostolių dėl nesandarumų norma turi būti sumažinta nuo 21,8 iki $0,15 \text{ nm}^3/(\text{m}^2 \text{ MPa mėn.})$;

– balanso komponentė, susijusi su MP neregistruojamų dujų kiekiu, taip pat turi tendenciją mažėti. Pagal apibendrintus 1996–2000 m. duomenis, jų lyginamoji norma sudaro 0,43%, nors imant apibendrinimui kitus laikotarpius ši vertė kinta nuo 0,35 iki 0,47%.

Esant nustatytoms vertėms, realus balansas sutampa su apskaičiuotu.

Daug sudėtingesnė padėtis yra regioninių dujų firmų lygmenyje. Pradinėje stadijoje statistinei analizei buvo naudoti šių AB „Lietuvos dujos“ padalinių 1997 m. mėnesiniai duomenys apie dujų suvartojimą, dujų nuostolius ir naudojamų dujų apskaitai skaitiklių struktūrą. Taigi iš viso buvo disponuojama $n = 7 \times 12 = 84$ dujų suvartojimo ir dujų nuostolių stebėjimais.

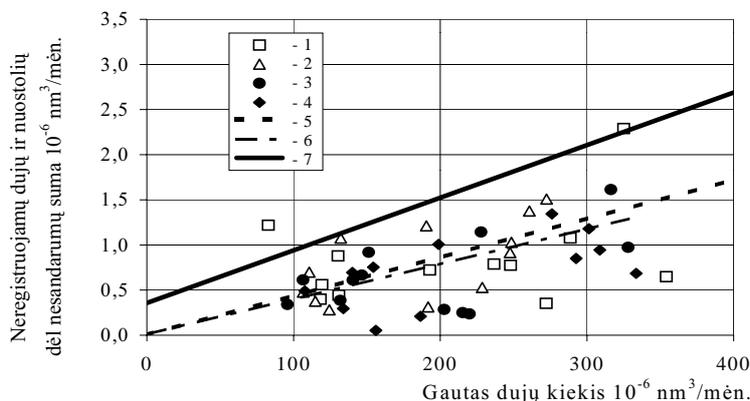
Kadangi skaitiklių įvairovė yra gana didelė, jie buvo sugrupuoti į stambesnes grupes taip, kad į vieną grupę pakliūtų artimų metrologinių charakteristikų skaitikliai. Pradinis klasifikacijos variantas numatė 8 tokias skaitiklių grupes: RG rotaciniai, kiti rotaciniai, MZ turbininiai, kiti turbininiai, sūkuriniai, dideli (G10–G25) membraniniai ir diafragminiai skaitikliai bei membraniniai skaitikliai, įrengti daugiabučiuose ir individualiuose namuose.

Tolimesnė analizė parodė, kad ši klasifikacija dėl įvairių priežasčių yra per smulki, todėl toliau ji buvo stambinama ir keičiama siekiant gauti geresnes statistinės analizės charakteristikas, pirmiausia mažesnę įverčių dispersiją. Be to, buvo pasirinkti 6 įvairūs baziniai laikotarpiai.

Anksčiau gautos ir siūlomos naujos normos, gautos remiantis plačiausiu baziniu laikotarpiu (1997 m. II pusm. – 2000 m. I pusm.), pateiktos lentelėje. Ten pat pateiktas kiek pakeistas skaitiklių grupavimas.

Kaip matyti iš pateiktų duomenų, dujų apskaita smarkiai pagerėjo daugiausia dėl to, kad:

- įrengta daugiau TZ turbininių ir naujų rotacinių skaitiklių, kurie, reikalui esant, kalibruojami ir derinami;
- sūkuriniai skaitikliai kalibruojami kartu su įtekėjimo bei ištekėjimo vamzdžiais ir srauto lygintuvais;
- apribojama senų RG rotacinių skaitiklių naudojimas ir jų matavimo ribos;



1 pav. Neregistruojamų dujų ir nuostolių dėl nesandarumų kiekių MD firmoje priklausomybė nuo kas mėnesį gauto dujų kiekio per metus: 1 – 1997 m.; 2 – 1998 m.; 3 – 1999 m.; 4 – 2000 m.; 5 – 1996–2000 m. (I pusm.) apibendrintieji duomenys; 6 – 1998–2000 m. (I pusm.) apibendrintieji duomenys; 7 – skaičiavimas pagal iki šiol galiojančią metodiką

Lentelė. Anksčiau nustatytos ir siūlomos neregistruojamų dujų kiekių normos			
Eil. Nr.	Skaitiklio tipas ir skaitiklių grupės	Anksčiau nustatytos lyginamosios normos %	Siūlomos lyginamosios normos %
1	Turbininis (be MZ) ir rotacinis (be RG)	1,21	0,00
2	RG rotacinis	4,40	4,0
3	MZ turbininis	1,21	1,0
4	Sūkurinis	2,76	1,0
5	Diafragminis	1,7–2,8	1,70
6	Membraniniai (G10–G25) ir įrengti daugiabučiuose namuose	1,00	1,0
7	Membraniniai be temperatūros korekcijos individualių namų lauke	0,072–0,0031 ϑ_{apl}	0,072–0,0031 ϑ_{apl}
8	Membraniniai be temperatūros korekcijos individualių namų patalpoje	0,03–0,001 ϑ_{apl}	0,03–0,001 ϑ_{apl}

Pastaba. ϑ_{apl} – vidutinė mėnesio aplinkos temperatūra °C.

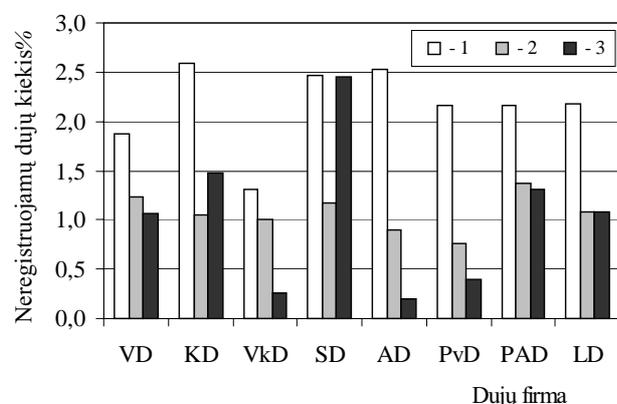
– diafragmos aprūpintos kompiuteriais-korektoriais.

Tai matyti iš 2 pav. parodytų realiųjų ir skaičiuotinių neregistruojamų dujų palyginimo.

Skaičiuotiniai ir realieji visų firmų neregistruojamų dujų kiekių vidurkiai praktiškai sutampa. Didžiausias skaičiuotinių ir realiųjų neregistruojamų dujų kiekių skirtumas –1,25% nustatytas SD firmoje. Kadangi šioje firmoje didžiausia dujų suvartojimo dalis matuojama sūkuriniais skaitikliais, būtina atkreipti dėmesį į šių matuoklių techninę būklę ir užtikrinti sūkurinių skaitiklių kalibravimą tik kartu su vamzdžiais ir srauto lygintuvais. Taip pat stambiausiems vartotojams reikia nuosekliai įrengti kontrolinius turbininius skaitiklius. Šiek tiek mažesnis, bet vis dėlto neigiamas skaičiuotinių ir realiųjų neregistruojamų dujų kiekių skirtumas nustatytas KD firmoje – vidutiniškai –0,5%. Čia taip pat didžiausia dujų suvartojimo dalis apskaičiuojama sūkuriniais

skaitikliais. VD, Vkd, AD ir PvD firmose skaičiuotiniai neregistruojamų dujų kiekiai didesni už realiuosius.

Kuo daugiau firmoje skaitiklių ir didesnė jų įvairovė, tuo geriau sutampa skaičiuotiniai ir išmatuoti rezultatai. Taip pat matyti, kad gana mažose regioninėse firmose tiekimo ir vartojimo balansui didelę įtaką turi skaitiklių, esančių dujų skirstymo stotyje ir pas regioninės firmos vartotojus, metrologinių charakteristikų suderinamumas. Dujų skirstymo stotyje visuomet skaitiklis veikia esant didesniems ir stabiliems dujų srautams. Vartotojo skaitiklių paklaidos daug daugiau priklauso nuo dujų vartojimo, kuri sąlygoja technologiniai procesai ar kiti kintantys poreikiai. Todėl, nors skaitiklių paklaidos yra leidžiamosiose ribose, jų rodmenys gali skirtis. Tas skirtumas gali smarkiai išaugti, kai vartotojo dujų poreikiai mažėja ir skaitikliai pradeda veikti arti minimalios leidžiamojo srauto vertės. Tokiu būdu skaitiklių veikimo režimų įvertinimas tampa aktualus, norint tiksliai įvertinti visas balanso komponentes.



2 pav. Santykiniai neregistruojamų dujų kiekiai nuo 1997 m. (II pusm.) iki 2000 m. (I pusm.). 1 – pagal anksčiau nustatytas normas, 2 – pagal naujai siūlomas normas, 3 – realieji dujų kiekiai

3. IŠVADOS

1. Pateiktas dujų tiekimo ir vartojimo balanso analizės modelis leidžia įvertinti balanso komponentes, ypač tas, kurių tiesiogiai išmatuoti nėra galimybės.

2. Balanso komponentių, susijusių su neregistruojamų dujų kiekiais, vertės yra realiose ir praktikoje stebimose ribose, taip pat gerai koreliuoja su naudotų skaitiklių kalibravimo ir patikros rezultatais.

3. Pašalinus visas nurodytas dujų tiekimo ir vartojimo skirtumų priežastis arba sumažinus iki minimumo jų poveikį, būtina pagrindinį dėmesį kreipti į vartotojo ir tiekėjo skaitiklių metrologinių charakteristikų, priklausančių nuo veikimo režimų, suderina-

mumą, kuris lemia galutinę balanso nustatymo nepapildytą.

Gauta
2002 06 14

Literatūra

1. Tonkonogij J., Pedišius A. Gamtinių dujų tiekimo ir vartojimo balansas Lietuvos ūkyje. // Energetika. 2002. Nr. 2. P. 29–35.
2. Gamtinių dujų natūralios netekties nuostoliai dujų sistemose. Skaiciavimo metodika // Valstybės žinios. 1999. Nr. 60–1966. P. 58–59.
3. Gamtinių dujų suvartojimas technologinėms reikmėms dujų sistemose. Skaiciavimo metodika // Valstybės žinios. 1999. Nr. 60–1966. P. 59–66.
4. Tonkonogij J., Aidukas G., Pedišius A. Dujų skaitiklių ir tūrio korektorių kalibravimo rezultatai // Matavimai. 1998. Nr. 4(9). P. 15–20.
5. Tonkonogij J., Pedišius A. Buitiniai dujų skaitikliai be dujų temperatūros paklaidos įvertinimo // Energetika. 1999. Nr. 3. P. 63–68.
6. Kruopis J. Matematinė statistika. Vilnius, 1993. 416 p.
7. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрии. Москва: Юнити, 1998. 1022 с.
8. Dujų apskaitos AB „Lietuvos dujos“ trūkumų analizė ir priemonės jiems pašalinti / LEI ataskaita. Kaunas, 1998. 109 p.

Jurij Tonkonogij, Antanas Pedišius, Jonas Janulionis

NATURAL GAS SUPPLY–CONSUMPTION BALANCE IN LITHUANIAN ECONOMY AND MODEL OF ITS MATHEMATICAL ANALYSIS

Summary

A mathematical model for the gas supply–consumption balance and results of statistical analysis are presented.

It is shown that the passing unregistered gas (PUG) volume obtained by subtracting from the total gas volume supplied the gas losses due to leak-untightness of the pipelines and equipment, gas consumption for technological needs and gas sold to consumers strongly depend on the gas metering system quality and accounting imperfections.

For the main gas level, the relative value of PUG was calculated as an average for gas meters of all types. From the beginning of 1997, the balance became stable and the average norm of gas losses caused by leak-untightness came up to 0.15 nm³K/m²MPa per month.

The great diversity of meters on the level of regional gas firms was the reason for classification of meters into groups containing meters with close metrological characteristics. Norms of PUG amounts determined earlier and at present show that gas metering has improved mostly as a result of implementing the following measures: a more modern TZ turbine and new rotary gas meters have been installed; the vortex meters have been calibrated with straight inlet and outlet tubes and flow conditioners; usage of old RG rotary meters as well as their measure-

ment ranges were restricted; orifice meters were equipped with computers-correctors and precise differential pressure devices.

Some differences in the calculated and actual amounts of PUG observed in separate gas firms show a necessity to pay more attention to the installation and operation conditions of vortex meters and installation in series of at least two meters at the largest consumers.

Key words: natural gas, supply–consumption balance, losses, gas meters, statistical analysis, sampling

Юрий Тонконогий, Антанас Пядишюс, Йонас Янүленис

БАЛАНС СНАБЖЕНИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ЛИТОВСКОЙ ЭКОНОМИКЕ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЕГО АНАЛИЗА

Резюме

Представлены математическая модель баланса снабжения и потребления природного газа и результаты статистического анализа. Показано, что объем прошедшего незарегистрированного газа (ПНГ), полученный вычитанием из общего объема поставленного газа потерь газа через неплотности трубопроводов и оборудования, потребления газа на технологические нужды и газа, проданного потребителям, существенно зависит от качества средств измерения и системы учета газа.

Для учета на уровне магистральных трубопроводов относительная величина ПНГ рассчитана как средняя для газовых счетчиков всех типов. Начиная с 1997 г., баланс снабжения и потребления газа стабилизировался, и средняя норма потерь газа через неплотности установился на уровне 0,15 nm³ · K/(m² · Па) в месяц.

Большое разнообразие счетчиков газа в системе учета на уровне региональных газовых фирм вынудило выделить группы, содержащие счетчики с близкими метрологическими характеристиками. Величина ПНГ и нормы ПНГ для различных групп счетчиков заметно снизились за последние несколько лет в результате следующих мероприятий: установка большего числа современных турбинных (типа TZ) и ротационных счетчиков, заменивших счетчики устаревших типов, в т. ч. типа RG, калибровка вихревых счетчиков газа вместе с прямыми участками и струевыпрямителями; оснащение диафрагм электронными компьютерами-корректорами объема газа и высокоточными преобразователями разности давлений; контроль соответствия пределов измерения счетчика и диапазона нагрузки; контроль условий установки счетчиков.

Наблюдаемое в отдельных газовых фирмах расхождение расчетных и действительных количеств ПНГ указывает на необходимость совершенствования математической модели статистического анализа и учета дополнительных факторов.

Ключевые слова: природный газ, баланс снабжения и потребления, счетчики газа, статистический анализ