

МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вирішено питання діагностування побутових лічильників газу без додаткового врізування в діючий газопровід. Розроблено метод діагностування лічильників шляхом примусової зміни температури природного газу.

Ключові слова: діагностування, коефіцієнт теплопередачі, побутовий лічильник газу, похибка.

M.V. KUZ

Ivano-Frankivsk university of law named after King Danylo Galytsky

METHODS OF DIAGNOSING DOMESTIC GAS METERS IN OPERATION

Abstract – The development of a new method of diagnosing domestic gas meters, which would verify the metrological characteristics of domestic gas meters directly to gas consumers and detect failures of measurement means, or to confirm their suitability for further use without having to tie-in pipeline and identify additional calibration performance counters.

Resolved issue of diagnosing domestic gas meters without additional tie-in active pipeline. A method for diagnosing gas meter temperature changes forced by natural gas.

The proposed method because of its implementation on a real existing pipeline, using the real working environment (natural gas) greatly increases the accuracy and reliability of diagnosing domestic gas meters and determining their metrological characteristics, and the ability to install a radiator on the outer surface of the pipe pipeline eliminates the need for costly material and explosive operations tie in the current pipeline for mounting pressure and temperature sensors.

Keywords: diagnosis, heat transfer coefficient, household gas meter, error.

Вступ

У сфері метрологічного забезпечення засобів вимірювань об'єму газу найгірша ситуація в Україні, на даний час, склалася із своєчасною перевіркою побутових лічильників газу. Для вирішення цієї проблеми документом [1] збільшено міжповірочний інтервал побутових лічильників газу, та даний крок не дав суттєвих покращень. Якщо би і вдалося охопити перевіркою існуючий парк даних лічильників, то проблема буде не повністю вирішена. Оскільки перевірка проводиться тільки один раз на період часу, що відповідає міжповірочному інтервалу, тому неможливо точно визначити час відмови лічильника впродовж цього інтервалу часу. Для контролю метрологічних характеристик побутових лічильників газу під час їх експлуатації розроблено ряд методів їх діагностування.

Метод діагностування [2] здійснюється шляхом вимірювання зміни спектральних характеристик випадкових акустичних коливань (шумів), яка є пропорційною до величини зміни метрологічних та технічних характеристик діагностованого приладу. Однак даний метод передбачає необхідність попереднього вивчення індивідуальних спектральних характеристик кожного окремо взятого нового приладу, оскільки ці характеристики можуть суттєво відрізнятися між собою для різних витрат як в межах одного типорозміру приладу, так і стосовно різних заводів виробників приладів. Поряд з цим в інформаційних джерелах, на даний час, відсутні конкретні типові спектральні характеристики серійних побутових лічильників газу і їх взаємозв'язок з метрологічними характеристиками цих засобів вимірювань, що зумовлює необхідність попереднього проведення наукових досліджень спектральних характеристик діагностованих побутових лічильників газу.

Метод діагностування, перевірки та визначення метрологічних характеристик побутових лічильників газу безпосередньо на діючій лінії газопостачання [3] здійснюється шляхом порівняння величини об'єму газу вимірюваного лічильником з об'ємом газу, який розрахований за результатами вимірювань проградуированого спеціального звукувального пристрою, причому значення параметрів тиску і температури газу перед звукувальним пристроєм розраховують шляхом їх вимірювання на побутовому лічильнику газу з наступним приведенням до умов звукувального пристрою згідно із заданими витратами і технологічними параметрами з'єднувальних трубопроводів між побутовим лічильником газу і звукувальним пристроєм. Недоліком такого методу є необхідність проведення монтажних робіт на діючому газопроводі, зокрема здійснення врізування в газопровід та монтування в ньому датчиків тиску і температури безпосередньо біля лічильника газу, що є вибухонебезпечно.

Метод діагностування лічильників газу в експлуатації [4] реалізується шляхом визначення залежності витрат тиску газу в лічильнику від витрати і контроль відхилення цієї характеристики лічильника від номінальної характеристики, отриманої під час метрологічної атестації. Для використання цього методу необхідним є визначення для кожного лічильника індивідуальної градуовальної залежності (тиску від витрати газу) та врізки в газопровід для монтування в ньому датчика перепаду тиску.

Постановка завдання

Метою даної роботи є розроблення нового методу діагностування побутових лічильників газу, який дозволив би перевіряти метрологічні характеристики побутових лічильників газу безпосередньо у газоспоживачів та виявляти несправності цих засобів вимірювань, або підтверджувати їх придатність для подальшої експлуатації без необхідності врізування в газопровід та визначення додаткових градуовальних характеристик лічильників.

Результати дослідження

Виходячи з рівняння газового стану [5], яке встановлює залежність між вимірним $V_{\text{л}}$ та приведеним до стандартних умов $V_{\text{с}}$ значеннями об'ємів газу

$$\frac{p_{\text{л}}V_{\text{л}}}{T_{\text{л}}} = \frac{p_{\text{с}}V_{\text{с}}}{T_{\text{с}}} = \frac{101,325 \cdot V_{\text{с}}}{293,15}, \quad (1)$$

де $p_{\text{с}} = 101,325$ Па, $T_{\text{с}} = 293,15$ °К – стандартні значення тиску та температури газу за [6] відповідно, можна встановити, що зміна тиску газу $p_{\text{л}}$ на 1 Па спричиняє зміну об'єму газу $V_{\text{с}}$ на 0,001%, а зміна температури газу $T_{\text{л}}$ на 1 °К – зміну об'єму газу $V_{\text{с}}$ на 0,34%. Таким чином, зміна температури газу має набагато суттєвіший вплив на зміну об'єму газу, ніж тиск газу.

Таку залежність зміни об'єму газу, виміряного побутовими лічильниками газу, від зміни температури газу покладено в основу розробленого методу діагностики цих лічильників, який полягає в наступному. На газопроводі додатково перед лічильником газу встановлюють радіатор з попередньо визначеним коефіцієнтом теплопередавання, при цьому об'єм газу виміряний побутовим лічильником газу визначають для двох випадків: без радіатора і з радіатором та порівнюють різницю цих об'ємів з розрахованим значенням об'єму газу, викликаним зміною температури газу. Використання радіатора в системі газопостачання дозволяє примусово змінити температуру газу, який протікає по газопроводу, що в свою чергу, викличе зміну об'єму газу, виміряного побутовим лічильником газу.

В роботі [7] розроблена формула для визначення температури газу, облікованого побутовими лічильниками газу $T_{\text{л}}$:

$$T_{\text{л}} = T_{\text{с}} + (T_{\text{нс}} - T_{\text{с}}) \cdot \exp\left(-\frac{(2,3872q_v + 0,2148)\pi D_{\text{н}}x + k_{\text{л}}F_{\text{л}}}{\rho c_p q_v}\right), \quad (2)$$

де $T_{\text{нс}}$ – температура повітря навколишнього середовища в даному місяці, $T_{\text{с}}$ – температура середовища навколо лічильника, $k_{\text{л}}$ – коефіцієнт теплопередачі поверхні лічильника, ρ – густина газу, c_p – питома теплоємність газу, $D_{\text{н}}$ – діаметр труби газопроводу, x – відстань між входом в опалувальне приміщення та лічильником, q_v – об'ємна витрата газу, $F_{\text{л}}$ – площа поверхні теплообміну лічильника. Для реалізації цієї формули необхідно виміряти температуру повітря в приміщенні безпосередньо біля лічильника газу та температуру повітря навколишнього середовища (надворі).

З врахуванням параметрів теплообміну радіатора формула (2) набуде вигляду:

$$T_{\text{лр}} = T_{\text{с}} + (T_{\text{нс}} - T_{\text{с}}) \cdot \exp\left(-\frac{(2,3872q_v + 0,2148)\pi D_{\text{н}}x + k_{\text{л}}F_{\text{л}} + k_{\text{р}}F_{\text{р}}}{\rho c_p q_v}\right), \quad (3)$$

де $k_{\text{р}}$ – коефіцієнт теплопередачі поверхні радіатора, $F_{\text{р}}$ – площа поверхні теплообміну радіатора.

Одночасно визначають розрахункове значення зміни об'єму газу $V_{\text{р}\tau}$ (за однаковий період часу τ та однаковій об'ємній витраті газу), що викликана примусовою зміною температури газу, виходячи з того, що

$$V_{\text{р}\tau} = 0,0034 \cdot (T_{\text{лр}} - T_{\text{л}}) \cdot V_{\text{л}\tau}, \quad (4)$$

де $T_{\text{лр}}$ – температура газу змінена радіатором, $V_{\text{л}\tau}$ – об'єм газу виміряний лічильником до встановлення радіатора на газопроводі за період часу τ .

З врахуванням формул (2) і (3) формула (4) набуде вигляду:

$$V_{\text{р}\tau} = 0,0034 \cdot (T_{\text{нс}} - T_{\text{с}}) \cdot V_{\text{л}\tau} \cdot \exp\left(-\frac{(2,3872q_v + 0,2148)\pi D_{\text{н}}x + k_{\text{л}}F_{\text{л}}}{\rho c_p q_v}\right) \cdot \left(\exp\left(-\frac{k_{\text{р}}F_{\text{р}}}{\rho c_p q_v}\right) - 1\right) \quad (5)$$

Порівнюють різницю об'ємів газу виміряних лічильником $V_{2\tau}$ та зміну об'єму газу $V_{\text{л}\tau}$ розраховану за результатами впливу температури і визначають похибку вимірювань δ (метрологічну характеристику), на основі якої роблять висновок про придатність побутового лічильника газу до подальшої експлуатації:

$$\delta = \frac{V_{2\tau} - V_{\text{л}\tau}}{V_{\text{л}\tau}} \cdot 100\% = \left(\frac{V_{2\tau}}{V_{\text{л}\tau}} - 1\right) \cdot 100\%. \quad (6)$$

З врахуванням формули (5) формула (6) набуде вигляду:

$$\delta = \left(\frac{V_{2\tau} \cdot \exp\left(\frac{(2,3872q_v + 0,2148)\pi D_{\text{н}}x + k_{\text{л}}F_{\text{л}}}{\rho c_p q_v}\right)}{0,0034 \cdot (T_{\text{нс}} - T_{\text{с}}) \cdot V_{\text{л}\tau} \cdot \left(\exp\left(-\frac{k_{\text{р}}F_{\text{р}}}{\rho c_p q_v}\right) - 1\right)} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (7)$$

Визначене за формулою (7) значення похибки вимірювань порівнюють із значенням похибки, встановленим в нормативних документах, дія яких поширюється на діагностований лічильник газу та роблять висновок про можливість його подальшої експлуатації.

Висновки

Запропонований спосіб завдяки своїй реалізації на реальному діючому газопроводі та з використанням реального робочого середовища (природного газу) значно підвищує точність і достовірність діагностування побутових лічильників газу і визначення їх метрологічних характеристик, а можливість встановлення радіатора на зовнішню поверхню труби газопроводу виключає необхідність здійснення матеріально-затратних та вибухонебезпечних операцій врізування в діючий газопровід для монтажу датчиків тиску і температури.

Предметом подальших наукових досліджень буде розроблення організаційної схеми діагностування побутових лічильників газу на основі методики, наведеної в [8].

Література

1. Про врегулювання питання щодо збільшення міжпіврічних інтервалів лічильників газу: Наказ від 5 жовтня 2004 року N 218/501/537. – Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Міністерство промислової політики України, Національна акціонерна компанія "Нафтогаз України".
2. Пат. 5981 U, G01F 25/00. Спосіб діагностування засобів витратомірювальної техніки з рухомими чутливими елементами/ Мельничук С.І., Романів В.М., Яковин С.В., Пашкевич О.П.; заявники і патентовласники Мельничук С.І., Романів В.М., Яковин С.В., Пашкевич О.П. – №2004031930. – заявл. 16.03.2004. – опубл. 15.04.2005. – Бюл. №4. – 4 с.
3. Пат. 16522 U, МПК (2006) G01F 25/00. Спосіб діагностування та перевірки побутових лічильників газу/ Середюк О.С., Чеховський С.А., Винничук А.Г., Гончарук М.І., Прудников Б.І.; заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу – №u200601289. – заявл. 09.02.2006. – опубл. 15.08.2006. – Бюл. №8. – 6 с.
4. Пат. 84908 S2, МПК (2006) G01F 25/00 G01 F5/00. Спосіб діагностики лічильників газу в експлуатації/ Петришин І.С., Кузь М.В., Петришин Н.І., Безгачнюк Я.В.; заявник і патентовласник Державне підприємство «Івано-Франківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації» – №a2006 09753. – заявл. 11.09.2006. – опубл. 10.12.2008. – Бюл. № 23. – 6 с.
5. Савельев И.В. Курс физики: Учеб.: В 3-х т. Т.1: Механика. Молекулярная физика/ И.В. Савельев. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 352 с.
6. Газы. Условия для определения объема: ГОСТ 2939-63. – [Чинний від 1964-01-01]. – М: Издательство стандартов 1988. – 2 с. – (Міждержавний стандарт).
7. Кузь М.В. Методи та пристрої зменшення впливу кліматичних факторів на облік газу в комунально-побутовій сфері: Дис. канд. техн. наук: 05.11.01. – Львів, 2006. – 157 с.
8. Кузь М.В. Організаційна схема повірки еталонів, лічильників та витратомірів газу на основі діаграм станів/ М.В. Кузь // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – №1. – с. 190-193.

References

1. Pro vrehulyuvannya pytannya shchodo zbil'shennya mizhpovirochnykh intervaliv lichyl'nykiv hazu: Nakaz vid 5 zhovtynya 2004 roku N 218/501/537. – Derzhavnyy komitet Ukrayiny z pytan' tekhnichnoho rehulyuvannya ta spozhyvchoyi polityky, Ministerstvo promyslovoyi polityky Ukrayiny, Natsional'na aktsionerna kompaniya "Naftohaz Ukrayiny".
2. Pat. 5981 U, G01F 25/00. Sposib diahnostuvannya zasobiv vytratovymiryuval'noyi tekhniki z rukhomymy chutlyvymy elementamy/ Mel'nychuk S.I., Romaniv V.M., Yakovyn S.V., Pashkevych O.P.; zayavnyky i patentovlasnyky Mel'nychuk S.I., Romaniv V.M., Yakovyn S.V., Pashkevych O.P. - #2004031930. – zayavl. 16.03.2004. – opubl. 15.04.2005. – Byul. #4. – 4 s.
3. Pat. 16522 U, МПК (2006) G01F 25/00. Sposib diahnostuvannya ta perevirky pobutovykh lichyl'nykiv hazu/ Seredyuk O.Ye., Chekhovs'kyu S.A., Vynnychuk A.H., Honcharuk M.I., Prudnykov B.I.; zayavnyk i patentovlasnyk Ivano-Frankivs'kyu natsional'nyy tekhnichnyy universytet nafty i hazu - #u200601289. – zayavl. 09.02.2006. – opubl. 15.08.2006. – Byul. #8. – 6 s.
4. Pat. 84908 S2, МПК (2006) G01F 25/00 G01 F5/00. Sposib diahnostyky lichyl'nykiv hazu v ekspluatatsiyi/ Petryshyn I.S., Kuz' M.V., Petryshyn N.I., Bez-hachnyuk Ya.V.; zayavnyk i patentovlasnyk Derzhavne pidpryyemstvo «Ivano-Frankivs'kyu rehional'nyy naukovovyrobnychyuy tsentr standartyzatsiyi, metrolohiyi ta sertyfikatsiyi» - #a2006 09753. - zayavl. 11.09.2006. - opubl. 10.12.2008. - Byul. # 23. – 6 s.
5. Savel'ev I.V. Kurs fiziki: Ucheb.: V 3-h t. T.1: Mehanika. Molekuljarnaja fizika/ I.V. Savel'ev. – М.: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1989. – 352 s.
6. Gazy. Uslovija dlja opredelenija ob#ema: GOST 2939-63. – [Chynnyy vid 1964-01-01]. – М: Izdatel'stvo standartov 1988. – 2 s. – (Mizhderzhavnyy standart).
7. Kuz' M.V. Metody ta prystroiy zmeshennya vplyvu klimatychnykh faktoriv na oblik hazu v komunal'no-pobutoviy sferi: Dys. kand. tekhn. nauk: 05.11.01. – L'viv, 2006. – 157 s.
8. Kuz' M.V. Orhanizatsiyna skhema povirky etaloniv, lichyl'nykiv ta vytratomiriv hazu na osnovi diahram staniv/ M.V. Kuz' // Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. – 2013. – #1. – с. 190-193.

Рецензія/Peer review : 16.2.2014 р.

Надрукована/Printed : 26.3.2014 р.

Рецензент: професор Івано-Франківського університету права імені Короля Данила Галицького, д.т.н., професор Адасовський Б.І.