

Достовірність обліку природного газу абонентами житлових будинків

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація

Проаналізовано існуючий стан з обліку природного газу мешканцями житлових будинків. Дано оцінку факторам, які впливають на достовірність показів побутових лічильників газу.

Ключові слова: природний газ, абонент житлового будинку, облік, побутовий лічильник газу, похибка вимірювань.

Abstract

The existing state of natural gas accounting by inhabitants of residential houses is analyzed. The estimation of factors influencing the reliability of displays of domestic gas meter is given.

Keywords: natural gas, subscriber of the dwelling house, accounting, household gas meter, error of measurements.

Вступ. Пріоритетним енергоресурсом для потреб житлово-комунального господарства України є традиційний природний газ. Наприклад, аналіз Енергетичної стратегії України [1] показує, що сьогодні лише у виробництві теплової енергії частка газу як найбільш екологічного палива перевищує 50 %. Загалом в державі у структурі загального первинного постачання енергії становище природного газу навіть дещо посилюється – з 28,9 % у 2015 р. до 30,2 % у 2035 р.

З підписанням Угоди про асоціацію з Європейським Союзом Україна прийняла на себе зобов'язання щодо імплементації нормативно-правових актів у т.ч. щодо зменшення первинного енергоспоживання, що сприяє впровадженню інноваційних технологій (наприклад, встановленню інтелектуальних систем обліку енергоносіїв), а також зменшенню викидів парникових газів в атмосферне повітря.

В умовах ринкових цін на паливо актуальним постає питання вимірювання кількості спожитого газу та визначення показників його якості.

Актуальність дослідження. В Україні у 1995 р. була розроблена Багатогалузева програма виробництва приладів обліку природного газу і поетапного оснащення ними житлового фонду [2]. Пріоритет у встановленні лічильників надавався житлу з газовим опаленням і місцевим гарячим водопостачанням. Сьогодні можна відмітити, що фактично встановлено приблизно 10 млн. побутових лічильників газу (близько 75 % від потреби). Це прилади, як правило, об'ємного типу, тобто вони призначені для виміру об'ємних витрат природного газу при фактичних значеннях температур і тисків. Їх конструкцією не передбачено наявності сторонніх джерел живлення, що унеможливує застосування в інформаційних системах.

Населення, яке мешкає у багатоквартирних будинках міських населених пунктів, продовжує за спожитий природний газ оплату здійснювати в залежності від кількості мешканців у квартирі і номенклатури встановлених побутових газових приладів. Відповідно, достовірність такої інформації щодо кількості спожитого газу викликає певні сумніви. Окрім того, чинна державна політика надання субсидій певним категоріям мешканців аж ніяк не стимулює до встановлення лічильників газу.

Вимоги щодо якості природного газу наведено в чинному нормативному документі [3]. Основним показником будь-якого палива, що визначає його енергетичну цінність, є питома теплота згоряння. В роботі [4] порівняно вимоги нормативних документів деяких країн ЄС з відповідними, що діють в Україні, щодо якості природного газу. Для багатоконпонентних сумішей, а такими є природний газ, теплоту спалювання розраховують з використанням закону Дальтона [4, 5]. Важливість такого показника підтверджується тим, що в більшості країн світу для здійснення розрахунків між кінцевим споживачем і постачальником газу використовують енергетичні показники – добуток об'єму поставленого газу на його нижчу теплоту згоряння. Зазвичай кількість газу визначають прямим

вимірюванням за допомогою лічильника, а теплоту згоряння – за результатами хроматографічного аналізу палива.

В Україні сьогодні з отриманням достовірної інформації щодо теплофізичних характеристик палив існують певні проблеми.

Постановка проблеми. За останній період в державі відбулись значні зміни в структурі споживання природного газу. Сьогодні до 40 % від усієї кількості палива витрачається на потреби населення (в колишньому Радянському Союзі ця частка не перевищувала 10 %). Водночас вартість природного газу для абонентів житлових будинків зростає з 10 крб. (у 1991 р.) до майже 7000 грн. (у 2017 р.) за 1 тис. м³. І якщо раніше можливі збитки газопостачальних підприємств внаслідок відсутності або недостовірності обліку у житлово-комунальному господарстві компенсувались промисловістю (у 1991 р. для цієї категорії споживачів вартість складала 28 крб./1000 м³), то сьогодні – це вже неможливо. По-перше, споживання палива промисловістю різко скоротилось, а, по-друге, підприємства, як правило, оснащені засобами комерційного обліку природного газу і сплачують лише за реально спожите паливо.

Метою роботи є оцінка сучасного стану з метрологічного забезпечення обліку природного газу абонентами житлових будинків та розробка пропозицій щодо приведення у відповідність з вимогами нормативних документів засобів для комерційного обліку для цієї категорії споживачів.

Виклад основного матеріалу. Загалом для взаємних розрахунків при продажі і купівлі природного газу існують т.зв. «стандартні умови» – температура 20 °С, тиск 101,325 кПа (760 мм рт. ст.) і вологість, що дорівнює 0. Проте в реальних умовах у населення, в квартирах (будинках) яких встановлені лічильники, вимірювання кількості газу виконується при реальних тисках, температурах тощо. Таким чином, об'єми газу, що визначені у вузлах обліку у постачальників і споживачів, одного і того ж газового потоку можуть різнитись на значну (до 20 %) величину. Причому, в залежності від пори року розбіжності можуть мати різний знак.

Природний газ, як і будь-яке газоподібна речовина, при зміні температури змінює свій об'єм і, відповідно, густину. З достатньою точністю в діапазоні температур від мінус 50 до плюс 50 °С цю залежність можна апроксимувати формулою

$$\rho = \frac{A}{273+t}, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

де t – температура газу, °С; ρ – густина газу, кг/м³; A – чисельний коефіцієнт, значення якого залежить від виду середовища, для метану СН₄ – основного компоненту природного газу – $A=196$.

Після нескладних перетворень значення відносної похибки виміру кількості природного газу за допомогою приладів об'ємного типу в залежності від температури вимірюваного середовища можна представити як

$$\delta = -8 + 0,338 \cdot t, \% \quad (2)$$

Таким чином, при температурах природного газу, нижчих за 23,6 °С, при реалізації палива населенню газопостачальні організації отримують збитки (сягають до 15 % при температурі мінус 20 °С), а при вищих – мають деякі прибутки (до 10 % при температурі 50 °С).

Для абонентів, які мешкають в багатоквартирних будинках, розрахункова витрата природного газу не перевищує 1,2 (у кухні встановлена лише плита типу ПГ-4) і 3,5 м³/год. (плита ПГ-4 і водонагрівач проточний газовий типу ВПГ-23). У кухнях зазвичай обмежений простір і при встановленні побутових лічильників газу не завжди вдається дотримуватись відстаней, вказаних в нормативних документах [6, 7]. Кухня – це завжди опалюване приміщення. Окрім того, конструктивно прокладання газових стояків внутрішньо будинкової системи газопостачання дозволено безпосередньо у приміщеннях, в яких встановлені побутові газові прилади – кухнях. В холодний період року температура повітря у приміщенні повинна бути не менше 18, а у теплий – встановлюється в межах 25...30 °С. З урахуванням надлишкової теплоти під час приготування їжі фактична температура сягає 40 °С і більше. Таким чином, додаткова похибка складає не менше 5 % і, відповідно, населення додатково сплачує за неспожитий газ до 3 млрд. грн./рік.

Загалом у вимірювальній техніці розрізняють основну і додаткові похибки засобів вимірювання. Стосовно обліку природного газу основна похибка визначається при «стандартних умовах» і вимірюваному середовищі – повітрі, а додаткові – при відхиленні умов вимірювання від них.

Вимогами ДСТУ 3336-96 [6] регламентуються граничні значення цих похибок. Наприклад, для побутових лічильників, які експлуатуються, допустима основна похибка в діапазоні вимірювань $Q_{min} \leq Q < 0.1 Q_{max}$ може сягати 6 %. На підставі аналізу ринку побутових лічильників газу в Україні за

інформацією заводів-виробників основна похибка вимірювань в діапазоні витрат $Q_{min} \leq Q < Q_{max}$, як правило, не перевищує $\pm 1\%$. Тобто, у цьому питанні досягнута виробниками точність перевищує вимоги державних стандартів.

Про додаткові похибки згадується лише стосовно відхилень температур газу від стандартних умов.

Проаналізуємо вплив інших чинників на покази приладів обліку.

Побутові газові прилади оснащують атмосферними інжекційними пальниками низького тиску з неповним попереднім змішуванням газу з повітрям. Номінальний тиск природного газу перед приладом становить $P_{ном.} = 1.3$ кПа. Конструкція пальника забезпечує його роботоздатність при зміні тиску в межах $P = (0,5...1,25) P_{ном.}$. В діапазоні робочих тисків $0,75...2,0$ кПа додаткова похибка не перевищує 2% з тенденцією зросту при збільшенні тиску і, відповідно, збільшенням втрат газопостачальних організацій. Проте, за абсолютною величиною дана додаткова похибка практично не виходить за межі похибок вимірювань, регламентованих стандартом [6].

Значно суттєвішою є похибка, викликана змінами барометричного тиску. В діапазоні тисків $93,326...101,325$ кПа ($700...760$ мм рт.ст.) похибка вимірювань апроксимується з достатньою точністю залежністю

$$\delta_1 = -104,7 + 1,046 \cdot B, \% \quad (3)$$

де B – барометричний тиск, кПа.

Зі зменшенням барометричного тиску населення переплачує за спожитий газ. Наприклад, в діапазоні барометричних тисків $730...745$ мм рт. ст. додаткова похибка знаходиться в межах, відповідно, $3...1\%$. З точки зору теорії похибок вона носить системний характер: на основі багаторічних спостережень для кожної місцевості встановлені лише їм властиві значення барометричних тисків. І, відповідно, величина кореляційного коефіцієнта може бути зафіксована, наприклад, в квитанціях до сплати за спожите паливо окремо для кожної газопостачальної організації у тому чи іншому населеному пункті. До речі, економія коштів для населення після врахування фактичного значення барометричного тиску шляхом введення кореляційного коефіцієнта на кожному млрд.м³ спожитого газу може сягати $0,05...0,15$ млрд. грн. Це цілком прийнятна ціна, щоб у найкоротший час внести відповідні зміни до чинного законодавства.

Таким чином, найбільш суттєвий вплив на покази об'ємних лічильників газу має додаткова похибка, викликана відмінністю реальних значень температур як природного газу, так і навколишнього середовища від «стандартних умов». Комплектування лічильника власним температурним коректором допоможе вирішити вказану проблему. До речі, в країнах ЄС чинним законодавством заборонено встановлення будь-яких лічильників газу без коректорів об'єму.

В Україні сьогодні з отриманням достовірної інформації щодо теплофізичних характеристик палив існують певні проблеми. Газотранспортна система України забезпечує транзит, як правило, природного газу з Російської Федерації, який частково відбирається споживачами України з наступною компенсацією так званим «європейським» на західних кордонах держави. Наприклад, у відповідності паспортом якості на товарний газ з Южно-Руського родовища ВАТ «Севернефтегазпром» він має такі характеристики: густина $\rho = 0,674$ кг/м³, теплота згоряння: нижча $= 33,08$ і вища $Q_p^s = 36,7$ МДж/м³, вміст метану CH_4 – не менше 98% . Таким чином, якість газу відповідає вимогам чинного стандарту України [3].

Таблиця 1 – Фізико-хімічні властивості природного газу Ямбурзького родовища

Умови	Теплота згоряння		Число Воббе		Густина	
	Q_p^u , МДж/м ³	Q_p^s , МДж/м ³	W^u	W^s	d	ρ , кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7
1. Норм. умови	35,44	39,33	47,31	52,50	0,5612	0,726
2. Станд. умови	33,00	36,65	44,06	48,93	0,5610	0,676
3. ГОСТ 5542	$\geq 31,8$	-	-	41,2...54,5	-	-

Примітка. Прочерки у таблиці вказують на відсутність нормування даного показника.

У 2017 р. газ власного видобутку становив понад 20 млрд.м³ (близько 60 % від потреби). В природному газі українського походження вміст метану знаходиться в межах від 85 (родовища Полтавської області) до 98 % (родовища Західної України) і, відповідно, = 36,14...33,27 МДж/м³ [8]. Тобто, фізико-хімічні властивості газу власного видобутку також знаходяться в рекомендованих [3] діапазонах.

Загалом інформація щодо фізико-хімічних властивостей природного газу, який подається до газорозподільних мереж населених пунктів України, доступна в публічних джерелах інформації, наприклад [9]. Контроль якості газу, як правило, виконують хіміко-аналітичні лабораторії газотранспортної компанії ПАТ «Укртрансгаз». А у регіональних підприємств з надання послуг з газопостачання практично відсутні автоматичні потокові хроматографи, що дозволяють визначати показники якості газу в режимі реального часу.

І тому сьогодні за основу розрахунків при передачі природного газу користуються середньозваженими щомісячними значеннями нижчої теплоти згоряння (при стандартних умовах) для кожної з областей. Наприклад, за січень 2018 р. згідно з даними [9] діапазон вимірювань Q_p^H знаходився у межах від мінімального значення – 34,04 (Донецька область) до максимального – 34,66 МДж/м³ (Харківська область), при середній в Україні величині – приблизно 34,33 МДж/м³.

Якщо розглянути спільно карти України з родовищами, об'єктами газотранспортної інфраструктури включно з підземними сховищами газу та щомісячними показниками теплоти згоряння, а також проаналізувати дані табл.2, то можна відмітити певні неузгодженості. Наприклад, величини Q_p^H для російського та переважної більшості українських природних газів, що отримані розрахунковим шляхом (див.табл.), є меншими за відповідні значення, вказані на картах, до 1 МДж/м³ або до 3 %, однак відповідають вимогам стандарту [3].

На підставі щомісячних значень нижчої теплоти згоряння споживачам природного газу формують рахунки за спожите паливо. Поряд з об'ємним показником вказується кількість спожитого газу в одиницях енергії – МДж і кВт-год. Шляхом нескладних перетворень нижча теплота згоряння використаного палива у цьому випадку становить не менше 38 МДж/м³, що не відповідає фактичним даним щодо якості газу. На підставі табл. величина 38 МДж/м³ може бути порівняна лише зі значенням вищої теплоти згоряння для нормальних умов, що не застосовується для проведення комерційних розрахунків між постачальником і споживачем природного газу і суперечить вимогам стандарту ДСТУ ISO 15112:2009 «Природний газ. Визначення енергії» [10].

В європейських країнах при визначенні калорійності природного газу використовують різні значення кінцевої температури продуктів згоряння, приймають або вищу, або нижчу величини теплоти спалювання. У цілому це обумовлює відмінність до 19 % для одного і того ж складу газу в залежності від встановлених у конкретній країні стандартних умов [11]. Наприклад, в Німеччині за стандартної температури 0 °С густина одного і того ж газу на дещо більше, чим 7 % вища за аналогічну, при стандартних умовах при температурі 20 °С. Те ж саме відноситься і до теплоти спалювання.

Відповідно до п.1 статті 9 Директиви 2012/27/ЄС «Про енергоефективність»: «Держави... повинні забезпечити, наскільки це можливо, фінансово доцільно й пропорційно у відношенні до потенційної економії енергії, усіх кінцевих споживачів електроенергії, природного газу... індивідуальними лічильниками за конкурентними цінами, які точно відображають дійсне споживання енергії кінцевими споживачами і надають інформацію про дійсний час використання». В загальному випадку використання лічильників природного газу дозволяє упорядкувати його облік, а без цього неможлива економія паливно-енергетичних ресурсів.

Висновок. Завдяки реалізації запропонованих рішень населення сплачуватиме кошти за реально спожите паливо, а точніше – спожиту енергію, а у державі буде упорядковано облік природного газу, що дозволить скласти реальні баланси палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р.[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085
2. Багатогалузева програма виробництва приладів обліку природного газу і поетапного оснащення ними житлового фонду: Затв. Держкомнафтогазом України 23.08.95 р. – К., 1995. – 28 с.

3. ГОСТ 5545-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. – М.: Изд.-во стандартов, 1987. – 2 с.
4. Петришин І. Аналіз показників якості природного газу, які впливають на процес горіння / І.Петришин, В.Соколовський, Н.Петришин, І. Дарвай // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2012. - №3. – с.51...56.
5. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. – М.: Физматгиз, 1963. – 720 с.
6. ДСТУ 3336-96. Лічильники газу побутові. Загальні технічні вимоги. – К.: Держстандарт України, 1996. – 11 с.
7. ДБН В.2.5-20-2001. Газопостачання / Держбуд України. – К.:Держбуд України, 2001. – 286 с.
8. Єнін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом // Навч. посібник. – К.: Логос, 2002. – 198 с.
9. Якість газу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://utg.ua/utg/business_info/yakist-gazu.html
10. ДСТУ ISO 15112:2009. Природний газ. Визначення енергії. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 29 с.
11. Якість природного газу для споживачів в Україні відповідає якості газу в країнах Європи. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www/naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/04ff98894b956a3fc2257f5000428f98?opendocument>

Предун Костянтин Миронович – к.т.н., доцент, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури.

Франчук Юрій Йосипович – здобувач Київського національного університету будівництва і архітектури.

Predun Constantine – Sc.D, professor, Kyiv National University of Construction and Architects, Kyiv.

Franchuk Yuri – applicant, Kyiv National University of Construction and Architects, Kyiv.