

### Висновки

Збереження теплової енергії є актуальною проблемою експлуатації будівель. Інспектування будівель стосовно теплових витрат є методом вирішення цієї проблеми. Тепловізійна камера з електронним скануванням може стати ефективним засобом такого інспектування у зв'язку з можливістю забезпечення дистанційного зондування в реальному часі теплового режиму будівель і споруд, незважаючи на труднощі отримання числових результатів вимірювання температури. Шляхом подальшого підвищення інформативності теплового зображення є формування комбінованих та комплексних зображень досліджуваного об'єкта, отриманих у різних спектральних зонах, насамперед, у видимому діапазоні.

Автори сподіваються, що розроблений ними комплекс візуалізації стану будівельних об'єктів знайде застосування при виконанні їх широкомасштабних обстежень, в результаті яких стане можливим значне зменшення енерговитрат, що допоможе заощадити значні кошти до бюджету країни.

*Bozhenko I., Hrytskiv Z., Kondratov P. Enhancement of thermographic images quality using pyrosignal digital frame-by-frame processing. Proc. Image Processing methods in applied mechanics, European mechanical society colloquium EUROMECH 406, Warsaw, Poland, P. 61-63, 1999.*

УДК 621.317.39:531.733

А. Лукенюк, Б. Бойчук, А. Пуцило, С. Шендерук  
Львівський центр Інституту космічних досліджень НАНУ та НКАУ

### КОРЕКТОР ОБ'ЄМУ ГАЗУ

© Лукенюк А., Бойчук Б., Пуцило А., Шендерук С., 2002

Описаний коректор об'єму газу призначений для роботи з тахометричними лічильниками газу. Наведено його метрологічні та експлуатаційні характеристики та наведено варіант організації мережі нижнього рівня єдиної системи обліку газу в Україні з використанням цього коректора.

The corrector of gas volume intended for work with existing counters is described and his metrological and operational features are specified. The variant of a network connection for the uniform system of a gas accounting in Ukrain with use of this corrector is given.

Ще донедавна рівень економічного розвитку країн оцінювався кількістю виробленої енергії, що припадає на одну людину. Та сьогодні такий показник вже не може бути прийнятий для оцінки економічного розвитку країн, тому що він не відображає технологічність підприємств і стан економії енергоресурсів. Зазначимо, що останнє стосується найважливіших проблем життєдіяльності, особливо для нашої країни. Окрім того, спалювання великої кількості горючих матеріалів сприяє збільшенню концентрації вуглекислого газу в атмосфері, що, своєю чергою, приводить до так званого парникового ефекту, який збільшує кількість техногенних катастроф.

Стимулюючим фактором досягнення високої технологічності виробництва і економного використання енергоресурсів є встановлення реальних цін на енергоресурси та організація належного обліку їх витрачання. Якщо зі встановленням реальної ціни на енергоносії зроблено немало, хоч і тут ще залишилися проблеми, то щодо організації належного обліку витрати енергоресурсів є ще багато роботи, особливо при організації

обліку природного газу. Підтвердженням цього є розробка НАК "Нафтогаз України" концепції єдиної системи обліку природного газу, на яку передбачається витратити 185 мільйонів доларів. Очікується, що ефект від її впровадження становитиме 100 мільйонів доларів за рік. Кабінет Міністрів України Постановою № 1089 від 21 серпня 2001 року схвалив цю концепцію і постановив протягом трьох місяців розробити та затвердити за участю ряду міністерств Програму створення єдиної системи обліку природного газу. Важливо, щоб ця програма ґрунтувалась на вітчизняних досягненнях зі створення програмно-технічних засобів обліку природного газу. Для успішного використання вітчизняних засобів обліку газу при створенні єдиної системи обліку природного газу необхідно ознайомити розробників апаратури зі способами реалізації верхнього рівня мережі цієї системи обліку газу.

Для вимірювання витрати газу широко використовуються тахометричні (турбінні і ротаційні) лічильники газу, які вимірюють об'єм та витрату газу за робочих умов. При комерційному ж обліку газу об'єм та витрату газу необхідно обчислювати за стандартних умов ( $T_c = 293,15 \text{ K}$  і  $P_c = 0,101325 \text{ МПа}$ ). Для автоматичного обчислення об'єму газу за стандартних умов використовують коректори газу. У разі їх відсутності об'єм та витрата газу обчислюється зі значними похибками і не виключається суб'єктивний фактора. З підвищенням ціни на природний газ стоїть питання про обов'язкове оснащення коректорами об'єму газу усіх тахометричних лічильників газу.

У цій роботі описано коректор об'єму газу ОКВГ-01, який розроблено у Львівському центрі Інституту космічних досліджень НАНУ та НКАУ і освоєно для серійного випуску на ВАТ Івано-Франківський завод "Промприлад". Цей коректор за своїми техніко-експлуатаційними характеристиками відповідає кращим світовим зразкам.

Інформаційними сигналами для обчислення об'єму газу за стандартних умов є аналогові сигнали давач температури і тиску, а також імпульсна послідовність від тахометричного лічильника. Коректор ОКВГ-01, який розроблено з використанням сучасних досягнень в мікроелектроніці, має високу надійність і відповідає вимогам побудови єдиної системи обліку газу. Коректор в комплекті з лічильником може використовуватися для обліку газу на газорозподільчих пунктах, промислових об'єктах та об'єктах комунального господарства, а також у складі автоматизованих систем комерційного обліку газу.

Об'єм газу за стандартних умов обчислюється за формулою:

$$V_c = V_p \frac{P_a T_c}{P_c T_p} \cdot \frac{1}{Z},$$

де  $V_p$  і  $V_c$  – об'єм газу за робочих і стандартних умов відповідно,  $\text{м}^3$ ;  
 $P_a$  – робочий абсолютний тиск газу, МПа;  
 $T_p$  – робоча температура газу, К;  
 $Z$  – коефіцієнт стискуваності газу.

Коефіцієнт стискуваності газу розраховується відповідно до "Правил вимірювання витрати газу РД-50-213-80" (необхідно,  $Z$  можна обчислити і за іншими методиками).

Коректор ОКВГ-01 забезпечує:

- безперервне вимірювання поточних значень абсолютного тиску та температури газу;
- обчислення об'єму газу за робочих умов;
- обчислення об'єму газу, зведеного до стандартних умов;
- обчислення коефіцієнта стискуваності газу;

– обчислення значень об'єму газу і середніх значень витрати за робочих та стандартних умов, а також середніх значень тиску і температури за минулі хвилину, годину, добу та місяць;

– виведення на індикатор результатів вимірювання та обчислення .

Коректор може використовуватись при температурі зовнішнього середовища від мінус 40 до 60 °С. В усьому діапазоні температур зовнішнього середовища допустима відносна похибка обчислення об'єму газу при зміні тиску газу від  $0,25 P_{\max}$  до  $P_{\max}$  та температури газу від мінус 30 до 60 °С не перевищує  $\pm 0,5\%$ . Верхні границі вимірюваного тиску ( $P_{\max}$ ) можуть знаходитись в діапазоні від 0,1 до 10 МПа. Границі допустимої зведеної похибки вимірювання тиску газу в діапазоні від  $0,25 P_{\max}$  до  $P_{\max}$  не перевищують  $\pm 0,3\%$  від верхньої межі вимірювання. Допустиме граничне значення абсолютної похибки вимірювання температур не перевищує  $\pm 0,2$  °С. Високі метрологічні характеристики зі стабільними параметрами досягаються завдяки наявності власних вимірювальних каналів температури і тиску газу та можливості врахування реальних характеристик перетворення давача температури та давача тиску в робочому діапазоні температур.

Відносна похибка визначення об'єму газу ( $\delta_b$ ) визначається за відомою формулою:

$$\delta_b = \sqrt{\delta_r^2 + \delta_k^2},$$

де  $\delta_r$  – відносна похибка тахометричного лічильника,

$\delta_k$  – відносна похибка обчислення об'єму газу коректором.

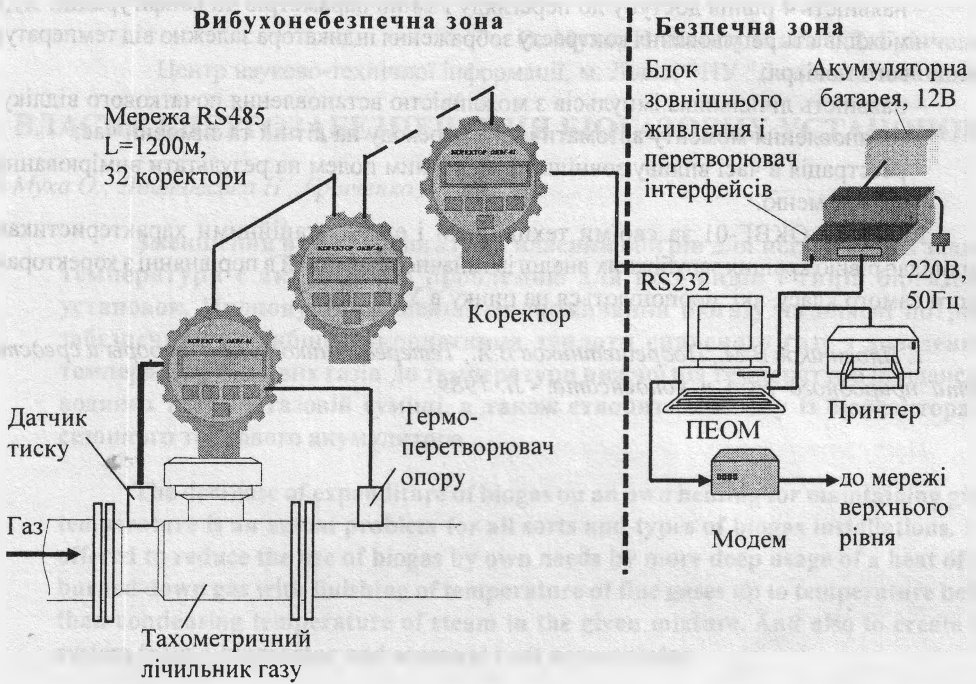
Перша складова, як правило, переважає другу. Можливість врахування реальних характеристик тахометричних перетворювачів витрати, яка передбачена в коректорі, дає змогу значно знизити похибку визначення об'єму газу, а також розширити вимірюваний діапазон витрати. Така можливість зменшення похибки визначення об'єму газу, що пройшов через лічильник, надає значні переваги тахометричним лічильникам перед лічильниками, які побудовані на основі методу перепаду тиску.

Коректори ОКВГ-01 можуть працювати від автономного (батарейного) живлення, тобто експлуатуватися в місцях, де відсутня промислова електрична мережа. Батарея з двох літєвих елементів напругою 6В та ємністю 19 А·год забезпечує неперервну роботу коректора протягом 4–5 років. Діалог оператора з коректором здійснюється через клавіатуру, що розміщена на передній панелі (п'ять клавіш). Для живлення коректора від промислової мережі (220В, 50Гц) розроблено зовнішній блок живлення коректора з іскрозахисними ланками.

Фізична і програмна реалізації коректора дадуть змогу ефективно використовувати коректор при організації єдиної системи обліку природного газу в Україні. Коректор у мережу з іншими складовими системи об'єднується через інтерфейс RS-485.

Об'єднані в мережу коректори можуть також управлятись від персонального комп'ютера через конвертор інтерфейсів RS-485/RS-232, який розміщено в корпусі зовнішнього блока живлення. Дані вимірювань та обчислень, що виводяться на дисплей комп'ютера, роздруковуються за установленими НАК "Нафтогаз України" формами, або можуть передаватись до мережі верхнього рівня.

Приклад мережевої реалізації багатоканального вимірювального комплексу з використанням ОКВГ-01 представлено на рисунку.



*Приклад реалізації багатоканального вимірювального комплексу з використанням ОКВГ-01*

Для відображення інформації в коректорі використовується рідкокристалічний дисплей (2 рядки по 16 символів), який відображає цифрову і символну інформацію однією з умов – українською, російською чи англійською.

Коректор може також застосовуватись в системах управління технологічними процесами, пов'язаними з регулюванням витрати газу. Для цього він має в своєму складі два оптоізольовані виходи, які можуть бути запрограмовані на видачу сигналів, пропорційних до поточних значень параметрів чи аварійних сигналів, а також при виході значень контрольованих параметрів за допустимі границі.

Коректор забезпечує збереження в пам'яті середніх значень тиску, температури, об'ємної витрати газу за робочих і стандартних умов (похвилинні за 60 останніх хвилин, погодинні за останніх 8 діб, добові за останні 93 доби і місячні за останні 25 місяців), а також значення об'єму газу за робочих та стандартних умов.

Коректор має високі експлуатаційні характеристики, до яких можна віднести:

- забезпечення калібрування каналів вимірювання тиску та температури й самодіагностики працездатності;
- автоматична фіксація часу та тривалості нештатних ситуацій, змін параметрів газу чи конфігурації (по 200 подій для кожного виду);

- регульований період вимірювання температури і тиску від 1 до 10 с з  $t=1c$ ;
- обчислення середнього значення параметрів за період відсутності живлення;
- наявність 4 рівнів доступу до перегляду і зміни параметрів чи конфігурації;
- можливість регулювання контрасту зображення індикатора залежно від температури зовнішнього повітря;
- наявність лічильника імпульсів з можливістю встановлення початкового відліку;
- встановлення моменту автоматичного переходу на літній та зимовий час;
- реєстрація в часі впливу зовнішнім магнітним полем на результати вимірювання;
- зручне меню.

Коректор ОКВГ-01 за своїми технічними і експлуатаційними характеристиками відповідає рівню кращих зарубіжних аналогів і значно дешевший в порівнянні з коректорами такого самого класу, які пропонуються на ринку в Україні.

*1. Плотников В.М., Подрешетников В.А., Тетеревятников Л.Н. Приборы и средства учета природного газа и конденсата. - Л. 1989.*

