

## АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОГО ГАЗУ

© Романів В.М., 2007

Івано-Франківський національний університет нафти і газу

*У даній статті розглянуто існуючі концепції побудови сучасних приладів для обліку витрати енерговмісту природного газу. Проаналізовано метрологічні та експлуатаційні характеристики вітчизняних та закордонних вимірювальних комплексів енергії газу. Проведено аналіз основних методів, які покладені в основу існуючих газоаналізаторів. Запропоновано нові підходи для створення на основі спектрометричних методів та мікроелектронних технологій вимірювальних комплексів для обліку енергетичних характеристик газу*

На даний час комерційні розрахунки між постачальником та споживачем природного газу ведуться в перерахунку на кубічні метри або кілограми, які приведені до стандартних умов. Тому облік природного газу здійснюється об'ємними та масовими витратомірами або лічильниками газу в комплекті з коректорами та обчислювачами газу, а на магістральних газопроводах у склад вимірювального вузла можуть ще входити хроматографи, густинимери, засоби для вимірювання вологості, температури та тиску газу. Однак споживача цікавлять енергетичні характеристики одержаного газу, зокрема, його питома об'ємна або масова теплота згорання (теплотворна здатність). Особливо цей показник важливий для великих металургійних і хімічних підприємств, теплоелектростанцій та інших підприємств, де енергетичні характеристики природного газу впливають на якість технологічного процесу. Відомо, що запаси природного газу зменшуються, а частина родовищ, особливо у Північній і Центральній Європі та Північній Америці, мають відносно низьку теплотворну здатність природного газу. Ці обставини приводять до збільшення ціни на газ на ринках світу і разом з тим збільшуються вимоги споживачів до енергетичних характеристик природного газу. Тому вже сьогодні постає проблема розробки засобів вимірювання для обліку витрати енерговмісту природного газу в одиницях МДж/с і Ккал/с.

Провідні приладобудівні компанії по виробництву газового обладнання мають сучасні розробки технічних засобів для обліку витрати енерговмісту горючих газів. Загальною концепцією для всіх виробників є використання сучасних мікрохроматографів, побудованих на основі новітніх технологій, які разом із лічильниками газу або витратомірами утворюють автоматизовану систему

для вимірювання енергетичних характеристик газу з єдиним обчислювачем, розміщеному безпосередньо на замірній дільниці. Розглянемо роботу такої системи на прикладі узагальненої структурної схеми вимірювального комплексу для обліку витрати енерговмісту природного газу (рис. 1).

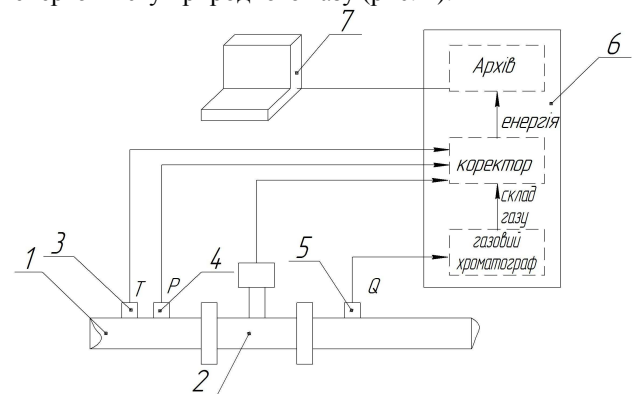


Рис. 1. Узагальнена структурна схема вимірювального комплексу для обліку витрати енерговмісту природного газу

Автоматизована система вимірювання витрати енерговмісту газу складається із лічильника газу або витратоміра 2, первинних перетворювачів температури 3 та тиску 4, які встановлені на трубопроводі 1. Для відбирання проби на трубопроводі встановлений забірник 5. Вимірювальна інформація поступає із первинних перетворювачів 2-4 у коректор, де значення вимірюваного об'єму приводиться до стандартних умов. Проба газу поступає із забірника в газовий хроматограф, який або може бути розміщений безпосередньо у корпусі обчислювача 6, або бути виконаним у вигляді окремого модуля. Найчастіше у таких хроматографах використовують термокондуктометричні та іонізаційні детектори, за

Таблиця 1 – Основні характеристики вимірювальних комплексів обліку витрати енерговмісту природного газу

Основні характеристики	CORUS EM	En Cal 3000	Флоухром	Micro SAM
Діапазон вимірювання компонентів газу: CH <sub>4</sub>	від 70% до 99,7%	від 75% до 100%	від 75% до 100%	від 70% до 99,8%
CO <sub>2</sub>	від 0,005% до 5%	від 0,005% до 3%	від 0,05% до 3%	від 0,05% до 3%
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	від 0,005% до 15%	від 0,005% до 10%	від 0,05% до 10%	від 0,05% до 10%
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	від 0,02% до 5%	від 0,02% до 10%	від 0,05% до 10%	від 0,05% до 10%
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	від 0,005% до 0,6%	від 0,005% до 1%	від 0,01% до 1%	від 0,01% до 0,6%
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	від 0,005% до 0,6%	від 0,005% до 1%	від 0,01% до 1%	від 0,01% до 0,6%
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	від 0,005% до 0,3%	від 0,005% до 0,3%	від 0,005% до 0,5%	від 0,005% до 0,5%
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	від 0,005% до 0,3%	від 0,005% до 0,3%	від 0,005% до 0,5%	від 0,005% до 0,5%
C <sub>6</sub> +	від 0,01% до 0,2%	від 0,01% до 0,2%	від 0,005% до 0,2%	від 0,005% до 0,3%
N <sub>2</sub> або суміш	від 0,05% до 15%	від 0,05% до 15%	від 0,1% до 15%	від 0,1% до 15%
Похибки визначення компонентів від CH <sub>4</sub> до C <sub>6</sub> +	від ±0,1% до ±0,5%	від ±0,02% до ±0,1%	від ±0,02% до ±0,5%	від ±0,5% до ±2%
Похибки визначення відносної густини	–	±0,2%	±0,2%	–
Похибки визначення теплотворної здатності	±0,5%	±0,1%	±0,2%	±1%
Похибки визначення індекса Воббе	±0,25%	±0,1%	±0,25%	±0,25%
Похибки визначення енерговмісту в реальному часі	±1%	±0,25%	±0,25%	±2%
Відтворюваність результатів	±0,1%	≤0,01%	±0,1%	±0,1%
Час визначення аналізу	T <sub>min</sub> =600 с	аналіз до C <sub>6</sub> T <sub>min</sub> =180 с вище C <sub>6</sub> T <sub>max</sub> =600с	T <sub>min</sub> =300 с	T <sub>min</sub> =600 с
Габаритні розміри	600×366×400	392×265×370	420×265×530	250×230 (діаметр×висота)
Вага	50 кг	28 кг	32 кг	15 кг
Газ носій (споживання)	Гелій ≤3,3 пм <sup>3</sup> /с	Гелій ≤2 пм <sup>3</sup> /с	Гелій ≤5 пм <sup>3</sup> /с	Гелій ≤5 пм <sup>3</sup> /с
Живлення	24В/48В/230В пікове навантаження 60Вт	24В пікове навантаження 50Вт	24В пікове навантаження 100Вт	24В пікове навантаження 50Вт
Комунікації обміну даними	Двосторонній, двоканальний зв'язок через GSM та PSTN модем	Два вільно конфігуровані комунікаційні протоколи Modbus через інтерфейс TCP/IP	Інтерфейс RS232, шина Fieldbus або FB- Modbus конвертер	Інтерфейс RS485 або Ethernet

допомогою яких визначають якісні та кількісні характеристики природного газу. Інформація про склад газу подається у коректор, де здійснюється обчислення енерговмісту газу в МДж із подальшим його архівуванням до одного місяця або передачею через модем 7, або через порт RS 232 ПЕОМ.

Фірма "ACTARIS" розробила "лічильник енергії CORUS EM" – компактний інтегрований вимірювальний комплекс, призначений для використання у системах із великим споживанням газу, де особливо важливо урахувати зміну якості і теплотворної здатності газу. Даний комплекс крім стандартного визначення об'ємної витрати газу із корекцією по температурі та тиску може визначати значення теплотворної здатності газу (у відповідності із ISO 6976), індекс Воббе (у відповідності із ISO 12213) та вираховувати енерговміст газу, який пройшов через замірний вузол.

Розробкою компанії "ELSTER INSTROMET" є прилад "En Cal 3000", призначений для вимірювання енергетичних характеристик газу. Він включає забір проби, аналітичну частину та контролер у одному вибухозахищеному блоці. Прилад може визначати густину, теплотворну здатність газу та його енерговміст при проходженні через замірний вузол. У приладі використовується мікродетектор теплоти згорання, виконаному з використанням MEMS технології (Micro Electro-Mechanical System), яка є електромеханічною системою у масштабі чіпів. Це дозволило суттєво зменшити габарити приладу та підвищити його надійність.

Російська компанія "Русгазтех" використовує вимірювальний комплекс технічних і програмних засобів "Флоухром", який має можливість визначати по компонентному складу густину, індекс Воббе, коефіцієнт стискуваності, теплотворну здатність газу (згідно ISO 6976) та його енерговміст. У склад системи входять вимірювальний комплекс на базі обчислювача витрати газу "Флоутек" та хроматографічний модуль HGC 303, який успішно використовується у Королівстві Данія. Даний модуль призначений для використання в інтеграції із "Флоу-комп'ютерами" для безперервного визначення енергетичних характеристик та густини природного газу.

Сучасною розробкою концерну SIEMENS AG є промисловий газовий мікрохроматограф "Micro SAM", виконаний у вигляді диска (25×23см). Розрахований на аналіз тільки одного потоку і може бути запрограмований на базі Windows і Ethernet-комунікацій та під'єднаний до "флоу-комп'ютера"

для визначення енергії газових потоків. Для мультидетекції використовується матриця теплопровідних детекторів.

У табл. 1 наведено порівняльний аналіз вимірювальних комплексів обліку витрати енергетичних характеристик газу.

Як видно з табл. 1 найкращі метрологічні та технічні характеристики має прилад "En Cal 3000". Однак з використанням MEMS технологій суттєво зросла його вартість. У всіх вимірювальних комплексах обліку витрати енерговмісту газу, крім „Флоухром”, для підтримки метрологічних характеристик потрібно проводити калібрування не менше, ніж 1 раз у 6 місяців. Вимірювальний комплекс "Флоухром" має вбудовану функцію самокалібрування. Оскільки у склад вимірювальних комплексів входять мікрохроматографи, тому при вимірюваннях слід дотримуватися термостабілізації, а лінійність вихідної характеристики залежить від швидкості руху газу та його температури. Вимірювання енерговмісту газу в режимі реального часу потребує значної витрати відносно дорогого газу-носія – гелію. Таким чином проаналізовані вимірювальні комплекси не можуть бути використані для побутових споживачів через їх високу вартість (від 55 тисяч гривень) та складність обслуговування.

Провівши аналіз методів, які покладені в основу газоаналізаторів, можна стверджувати, що досить перспективним щодо визначення витрати енерговмісту газу є використання спектрометричних методів. Розроблені на цьому принципі дії аналізатори газу є простими із задовільними метрологічними характеристиками та незначною вартістю. Для цього необхідно замінити традиційні хроматографи, які можуть визначати від 10 до 15-ти компонентів газу на газоаналізатори з можливістю визначати до трьох компонентів, використовуючи інші методи аналізу газів. Оскільки природний газ складається із приблизно двадцяти компонентів, а теплотворна їх здатність змінюється від метана  $\text{CH}_4$ -33,37 МДж/м<sup>3</sup> до н-октана  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ -212,7 МДж/м<sup>3</sup> [1] і об'ємна частка до 98 % припадає на метан, етан, пропан, азот, то для визначення теплотворної здатності газу достатньо визначати деякі із цих компонентів, а інші розраховувати на основі статистичних даних.

*1. Андрійшин М.П., Канівський С.О., Карнаш О.М. та інші. Вимірювання витрати та кількості газу. – Івано-Франківськ: ПП „Сімик”, 2004.-160с.*