

$\delta_{i,MIN} = -5.56 \%$  і максимальної відносної  $\delta_{i,МАКС} = 7.816 \%$  та методичної  $\delta_M = 5.437 \%$  похибок розрахунку. Значення методичної похибки визначено з врахуванням похибки розрахункових даних [3]  $\delta_{ТАБЛ} = 2\%$ .

Порівняння з результатами [8] проводилось для різних варіантів складу природного газу, для яких  $\rho_C = 0.6673-0.8 \text{ кг/м}^3$ . Значення методичної похибки розрахунку для всіх розглянутих варіантів не перевищило  $\delta_M = 9 \%$ .

Порівнюючи результати розрахунку в'язкості на основі нормативних документів [5], [6] із результатами розрахунку в'язкості розробленим методом (всі три методи мають один і той же методологічний підхід – склад газу задається за допомогою  $\rho_C$ ,  $N_{CO_2}$ ,  $N_{N_2}$ ), можна стверджувати, що запропонований нами метод забезпечує точність розрахунку, яка є достатньою для задач обліку природного газу.

Працюючи в широкому діапазоні зміни тиску та температури, метод може бути застосований як для більшості задач обліку природного газу (наповнення балонів автомобілів на газонаповнювальних компресорних станціях, транспортування газу по магістральних трубопроводах), так і для розрахунків технологічних процесів, пов'язаних з переробкою та

використанням природного газу.

1. Рид Р., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Пер. с англ. / Под ред. В. Б. Когана. – Л.: Химия, 1971. – 704 с. 2. Голубов И. Ф., Гнездилов Н. Е. Вязкость газовых смесей. – М.: Изд-во стандартов, 1971. 3. Загорученко В. А., Журавлев А. М. Теплофизические свойства газообразного и жидкого метана: ГССД. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 236 с. 4. Голубев И. Ф. Вязкость газов и газовых смесей: Справочное руководство. – М.: Изд-во физ.-мат. литературы, 1959. – 375 с. 5. РД 50-213-80. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 319 с. 6. ГОСТ 30319.1-96. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки. – М.: Изд-во стандартов. 7. ГОСТ 30319.3-96. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния. – М.: Изд-во стандартов. 8. Загорученко В. А. Вязкость природных газов и их основных компонентов // Теплофизические свойства веществ и материалов. Вып. 24. – М.: Изд-во стандартов, 1988.

УДК 53.088.7

## СЕРТИФИКАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЛІЧИЛЬНИКА ГАЗУ

© Петришин І. С., 2000

Івано-Франківський державний центр стандартизації, метрології та сертифікації

**Визначені вимоги до характеристик лічильників газу та проаналізовано фактори, які впливають на результати вимірювань і збереження ними працездатності. На основі цього аналізу приводиться сертифікаційна модель лічильника газу.**

Підвищення точності обліку природного газу ставить до лічильників газу багато вимог, задовольнити які одночасно досить складно і не завжди є можливим [1]. Зупинимося на основних із них, якими є:

- висока точність;
- значний (як можна більший) діапазон вимірювань, а також вимога "достатності" нижньої границі вимірювань;
- незалежність результатів вимірювання від впливових факторів (мінімізація додаткових похибок);
- збереження працездатності і заданих характе-

ристик після залишкових впливів зовнішніх збурень (природний вплив зовнішніх факторів);

- висока надійність (в т. ч. метрологічна) і технічний ресурс;
- мінімізація впливів (реакція лічильника на газовий потік);
- мінімізація габаритно-масових характеристик, енергоспоживання;
- безпе́чність експлуатації.

Конкретизуємо вказані вимоги.

В залежності від нормування границь допустимих значень основної похибки лічильники можна умовно поділити на 3 групи:

прецизійні - з границями похибок менше  $\pm 0,5\%$  ;  
точні - з границями похибок від  $\pm 0,5$  до  $\pm 1,0\%$  ;  
нижчої точності - з границями похибок  $\pm 1,5\%$  і більше.

Підвищення точності досягається як за рахунок застосування нових методів вимірювань і засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) (ультразвукових, термоанемометричних), так і за рахунок вдосконалення існуючих (роторних, мембранних, турбінних).

Вимоги до діапазонів вимірювань газових лічильників в основному зводяться до забезпечення відповідної кратності діапазону вимірювань об'ємної витрати, під якою розуміють відношення мінімальної вимірювальної витрати  $Q_{min}$  (нижня границя діапазону вимірювання) до максимальної  $Q_{max}$  (верхня границя діапазону вимірювання).

Вузкий діапазон вимірювання характеризується кратністю, що лежить в границях від 1 : 30 до 1 : 10, а широкий - від 1 : 30 і менше і досягає для багатьох типів лічильників 1 : 100.

Велике значення (особливо для побутових лічильників газу) має вимога "достатності" нижньої границі вимірювання, при якій за допомогою лічильника ведеться достовірний облік газу з нормованою похибкою при мінімальній витраті споживача. Як правило, це мінімальне значення повинно в 3...5 раз перевищувати поріг чутливості лічильника.

Важливою вимогою до лічильників газу є незалежність результатів вимірювань від впливових факторів і збереження працездатності і заданих характеристик після дії цих факторів. Як правило ці характеристики (функції впливу та залишковий вплив зовнішніх збурень) відображають реакцію лічильника на зміну умов експлуатації. Функції впливів використовуються як інструмент введення поправок в результати вимірювань при експлуатації лічильника, а залишкові впливи зовнішніх збурень відображають зміну характеристик лічильника після дії на нього впливових величин.

Умови використання лічильників по впливових факторах можуть бути згруповані за наступними ознаками: технологічними, механічними, кліматичними, конструктивними.

Зупинимося детальніше на аналізі впливових факторів.

До технологічних впливових факторів належать збурення, обумовлені технологічними причинами, які мають зв'язок з структурою і властивостями газового потоку: розподіл швидкостей по січенню потоку, пульсації витрати і тиску в потоці, гідравлічні удари, фізичні та фізико-хімічні властивості газу, параметри стану потоку.

Розподіл швидкості по січенню потоку залежить, як правило, від конструкції трубопроводу, наявності місцевих гідроопорів. Пульсація витрати та тиску обумовлені роботою компресорів та насосів

і інших технологічних агрегатів, включених в гідравлічну схему трубопроводів. Гідравлічні удари виникають в момент запуску та зупинки потоку і їх інтенсивність обумовлена режимом роботи відсікаючих клапанів. Фізичні і фізико-хімічні властивості газу залежать від якості його підготовки (фільтрація, сушіння) і змінюються в залежності від температури і, в меншій мірі, від тиску. Параметри стану потоку залежать від дії технологічних агрегатів: температури нагрівання (при стискуванні на компресорі) та тиску, який може змінюватись в залежності від місцевих опорів, а також від дії оточуючого середовища.

При експлуатації лічильників мають місце також механічні впливові фактори.

До них відносяться механічні вібрації, акустичний шум, механічні удари і лінійні прискорення. Як правило дія впливових факторів цієї групи оцінюється як залишкові реакції. Оцінити функції впливу цих величин, тобто провести градування лічильників при їх дії поки-що не вдавалось.

До кліматичних впливових факторів відносяться температура навколишнього середовища, атмосферний тиск, вологість, теплові сонячні потоки, атмосферні опади. Як правило, ці фактори впливають на блоки, які мають електронні радіоелементи і оцінюються вони як залишкові впливи. При оцінці визначаються граничні значення впливових величин, які можуть бути допущені в експлуатації.

Конструктивні впливові фактори - це орієнтація лічильника в просторі, режим живлення, напруга джерела живлення, опір і ємність кабельних ліній. Для цих величин оцінюються функції впливу, тобто проводиться ряд окремих випробувань, в процесі кожного із яких оцінюється вплив якого-небудь фактору або групи одночасно діючих впливових факторів.

Для зменшення і обліку додаткових похибок від функцій впливу використовують:

- 1) наближення умов градування до умов експлуатації лічильників;
- 2) впровадження конструктивних мір захисту лічильника від дії впливових факторів;
- 3) введення поправок в результати вимірювання при експлуатації лічильника, отриманих в результаті додаткових синхронних вимірювань впливових величин.

Висока надійність і технічний ресурс лічильників характеризується часом, протягом якого вони зберігають працездатність і регламентовану точність. Вимоги до надійності лічильників, як правило, задаються імовірністю безвідмовності роботи (0,9 - 0,99), або інтервалом часу, на протязі якого гарантується безвідмовна робота. Вимоги до технічного ресурсу  $T$  задають в одиницях часу і можуть знаходитися в широких границях (від 2000 до 20000

год.).

Вимоги до метрологічної надійності характеризуються встановленням (задаванням) міжповітряного інтервалу, як величини пропорційної терміну роботи лічильника і інтенсивності режиму його експлуатації.

Мінімізація впливу лічильника на потік (реакція лічильника на потік) формується у вигляді допустимих максимальних втрат тиску  $P_{max}$ . Ця характеристика служить для оцінки дійсного гідравлічного опору газопроводу і використовується для розрахунку і підбору напірних пристроїв (насосів, компресорів, трубопроводів).

Габаритно-масові характеристики та характеристики енергоспоживання можуть змінюватись в дуже широкому діапазоні (з різницею на декілька порядків) і не можуть бути узагальнені так як є залежними від пропускну здатності газопроводу, параметрів потоку газу (особливо надлишкового тиску) тощо. При цьому повинна простежуватися загальна тенденція мінімізації цих характеристик без погіршення вимог до інших.

Безпечність експлуатації лічильників характеризується їх здатністю бути використаними без завдання будь-якої можливої шкоди. Вона поєднує такі властивості як вибухобезпеку, електробезпеку, безпеку за рівнем шуму та вібрації, безпеку від помилкових дій обслуговуючого персоналу тощо.

Таким чином, призначення і умови використання лічильників дозволяють встановити номенклатуру їх характеристик, яка достатня для вирішення задачі вимірювання.

В сукупності експериментальна оцінка цих характеристик з метою сертифікації типу засобу вимірювальної техніки проводиться під час випробувань [2]. Отже, під *сертифікаційною моделлю* лічильника розуміють сукупність характеристик, які відображають його властивості у вигляді реакцій на різноманітні впливи і які експериментально оцінюються під час випробувань.

З метою уніфікації вимог до характеристик стає очевидною доцільність проведення їх класифікації.

Всі характеристики лічильника при сертифікації типу можна умовно розділити за своїм призначенням на такі групи: метрологічні, експлуатаційні, конструктивні, ресурсні (або характеристики надійності), характеристики безпеки.

До метрологічних характеристик лічильників газу відносять: границі зміни основної відносної похибки; варіацію; поріг чутливості; ціну поділки; збіжність показів; максимальну різницю похибок у

певному діапазоні витрат (від витрати  $Q_i$ , яка називається перехідною, до  $Q_{max}$ ); зміну основної похибки або додаткові похибки лічильників, спричинені зміною температури вимірювального середовища, штучно створеними перешкодами, скручувальними та згинальними моментами тощо.

Велика група характеристик лічильників безпосередньо не впливає на його метрологічні властивості, але суттєво проявляється в процесі їх експлуатації. До такої групи належать конструктивні та експлуатаційні характеристики.

До конструктивних характеристик відносять: габаритні розміри; номінальні діаметри; діаметри приєднувальних елементів (штуцерів); робоче положення; допустимі значення скручувальних та згинальних моментів; стійкість до дії різних факторів, в тому числі і при пакуванні (механічних, кліматичних, електричних тощо).

До експлуатаційних характеристик відносять: діапазон об'ємних витрат, в якому нормуються відносні похибки вимірювання об'єму; втрати тиску на лічильниках залежно від витрати; діапазон робочих температур навколишнього та вимірюваного середовища; максимальний робочий тиск.

Здатність лічильників задовольняти вимоги по вимірюванню об'єму газу на протязі певного періоду визначається ресурсними характеристиками, до яких відносять: показники безвідмовності, міжповітряний інтервал, середній термін служби, гарантійний термін експлуатації та зберігання.

Безпечність експлуатації лічильників обумовлена необхідністю охорони життя та здоров'я людей, навколишнього середовища, майна тощо.

До характеристик безпеки відносять: стійкість та міцність до дії надлишкових тисків, опір і міцність ізоляції, допустимий рівень шуму, пожежостійкість, вибухонебезпечність.

Таким чином, на основі приведеної вище класифікації, сертифікаційна модель лічильника газу буде такою, яка схематично показана на рис. 1.

Дана модель узагальнена для різноманітних типів та моделей лічильників газу і може бути типовою при розробці нормативних документів (державних стандартів, загальних технічних вимог, технічних умов), а також при розробці програм державних випробувань з метою сертифікації лічильника (сертифікат затвердження типу та сертифікат відповідності засобу вимірювальної техніки затвердженому типу).

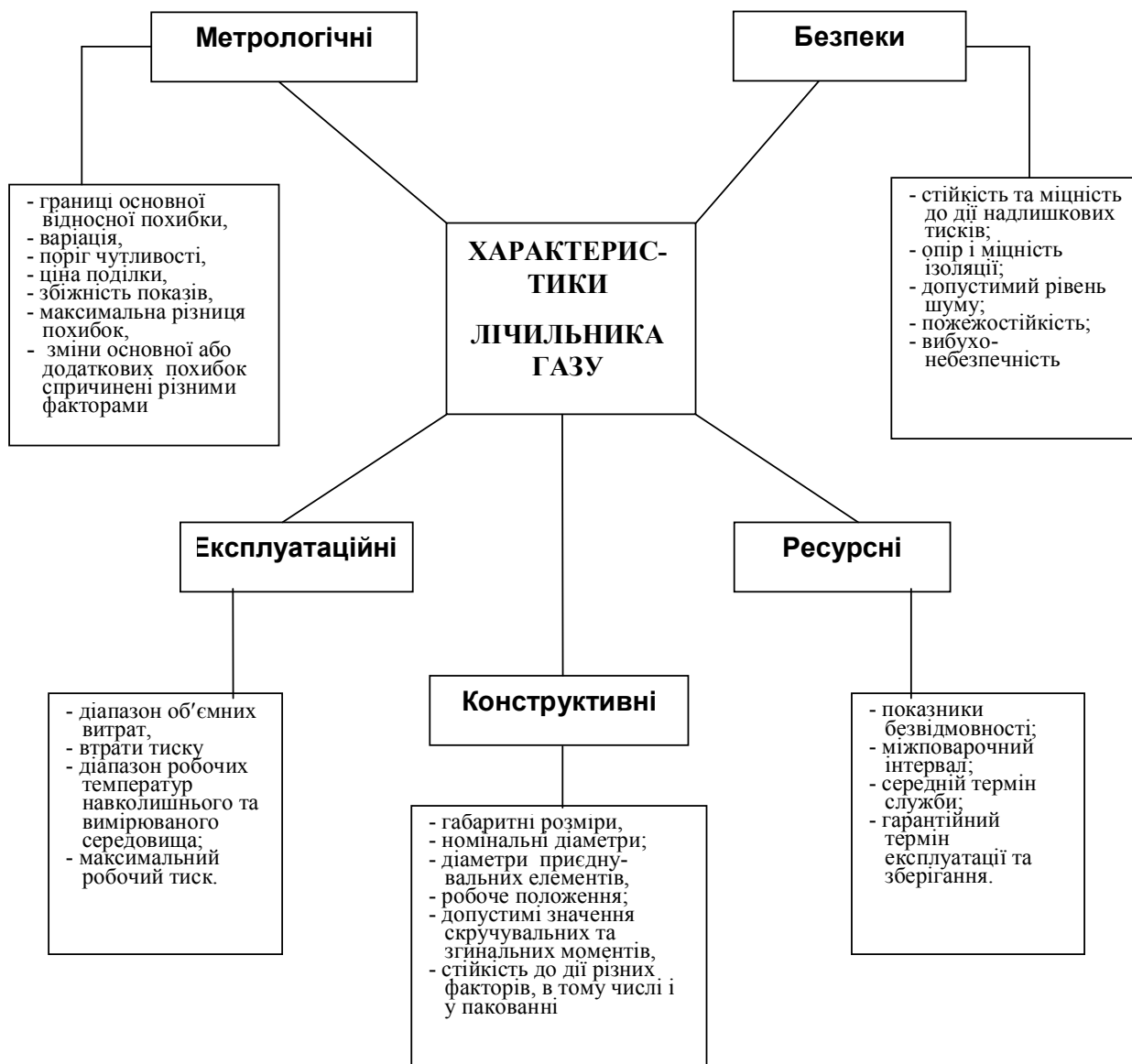


Рис. 1. Сертифікаційна модель лічильника газу.

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества. Справочник. - Л.: Машиностроение, 1989. - 701 с. 2. ДСТУ 3400-96. Державні випробування за-

совів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів.