1. Горбійчук М. І. Експертна система оцінки технічного стану газоперекачувального обладнання на основі нечіткої логіки [Текст] / Я. І. Заячук, М. І. Горбійчук // Нафтогазова енергетика. – 2010. – №2 (13). – С. 77 – 80.

2. Пашковський Б. В. Визначення кількості термів для нечіткого опису індексів концентрації оксидів азоту і вуглецю у вихлопних, як параметрів узагальненого показника технічного стану газоперекачувального агрегату [Текст] / Б. В. Пашковський, М. І. Горбійчук // П'ята науково-практична конференція студентів і молодих учених "Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання", 24-25 листопада 2015, Івано-Франківськ — 2015. — С. 156-157.

УДК 006.91:681.121

НОВІ ПІДХОДИ ДО СТАТИСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБОК ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ ПРИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Т.В.Лютенко

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
E-mail: feivt@nung.edu.ua

На сьогоднішній день в Україні актуальною є проблема раціонального використання природного газу як практичного напрямку енергозбереження. Одним із шляхів вирішення цього питання є забезпечення точного обліку природного газу, що зумовило встановлення більше семи мільйонів побутових лічильників газу (ПЛГ) у побутових споживачів. Поряд з цим недостатньо вивченим є питання стабільності метрологічних характеристик ПЛГ, зокрема похибки. Адже її визначення при періодичній повірці після певного терміну експлуатації ПЛГ опосередковано характеризує втрати газу газозбутових організацій.

Відомі результати експериментальних досліджень ПЛГ [1] стосуються досліджень обмеженої кількості лічильників (трьох типів типорозміру G4 по 15 штук), які здійснені на еталонній установці ПАТ «Івано-Франківськгаз».

Наведені результати статистичних досліджень є неповними, оскільки не відображають зміну похибки з врахуванням статистичних характеристик для конкретного типорозміру ПЛГ, наприклад, з оцінкою середнього квадратичного відхилення зміни похибки. Також на даний час є відсутніми алгоритми, які би враховували кількість лічильників з конкретним діапазоном похибки порівняно з загальною кількістю досліджуваних лічильників. Середньоарифметичне значення експериментально визначеної статистичної похибки ПЛГ на певній витраті є недостатньо правильним. Так, наприклад, наявність похибки мінус 15 % на одній досліджуваній витраті одного лічильника при визначенні середнього значення цієї похибки для певної вибірки досліджуваних ПЛГ може звести її до нуля при встановленні похибки плюс 1% на такій самій витраті для 15 лічильників. Тому арифметичне сумування без враховування кількості лічильників, яким властива похибка може бути в багатьох випадках недостатньо коректним.

Метою даного дослідження є розробка нових підходів до статистичного оцінювання і узагальнення результатів експериментальних досліджень ПЛГ під час їх періодичної повірки з використанням статистичного аналізу і можливості здійснення на цій основі кількісної оцінки технічного стану ПЛГ при їх експлуатації.

За основу статистичного дослідження вибрані результати повірки ПЛГ на еталонній установці ПАТ «Івано-Франківськгаз». При цьому був вибраний поділ лічильників по діапазону зміни похибок. За таких умов були вибрані три діапазони зміни похибок ПЛГ за мінімальної витрати: діапазон додатньої похибки $\delta^1_{Q\min}$ від 0 до плюс 3% при $Q_{\min}$ (*діапазон 1*), діапазон від'ємних значень похибок $\delta^2_{Q\min}$ при $Q_{\min}$ від 0 до мінус 15% (*діапазон 2*) і діапазон від'ємних значень похибок $\delta^3_{Q\min}$ при $Q_{\min}$

від мінус 15 до мінус 30% (*діапазон 3*). Графічна ілюстрація отриманих закономірностей зміни похибок ПЛГ типу SAMGAS G4 (виробник м.Рівне) подана на рис.1.

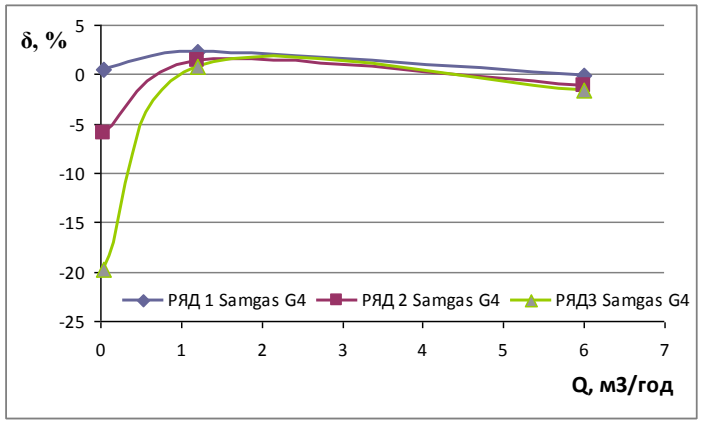

Рисунок 1 - Графічна ілюстрація зміни похибки ПЛГ для діапазонів 1(ряд 1), 2 (ряд 2), 3 (ряд 3), вибраних за мінімальної витрати Qmin

Для кількісного узагальнення похибки лічильника, яка є різною для різних значень робочих витрат, відомою є формула для визначення його середньозваженої похибки [2]:

$$\delta_{C3} = \sum_{i=1}^{n}(Q_i / Q_{\max})\delta_i / \sum_{i=1}^{n}(Q_i / Q_{\max}) \ , \qquad (1)$$

де n – кількість досліджуваних витрат; δ_i - похибка на і-тій витраті Q_i ; δ_{C3} - середньозважена похибка.

При цьому якщо $Q_i = Q_{max}$, то у їхньому співвідношенні замість коефіцієнта 1 необхідно застосовувати ваговий коефіцієнт 0,4 [2].

Застосування цієї метрологічної оцінки передбачає її визначення для окремого лічильника і характеризує насамперед якість їхнього технічного рівня при виготовленні на заводі-виробнику.

Оскільки в кожний вибраний діапазон похибки попадає різна кількість лічильників, то доцільно запровадити поняття середньозваженої комплексної статистичної похибки $\overline{\delta}^{K}_{C3}$, яка буде узагальнювати не тільки похибки лічильників на різних витратах, але і буде враховувати статистичну кількість лічильників, яким властиві конкретні вибрані діапазони похибок:

$$\delta^{K}_{C3} = \sum_{i=1}^{n}(\frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot \delta^{C}_{iC3}) / \sum_{i=1}^{n}(\frac{Q_i}{Q_{\max}}) , \qquad (2)$$

де $\overline{\delta}^{C}_{iC3}$ - середньозважена витратна статистична похибка для *i*-ої досліджуваної витрати ПЛГ, яка визначається з формули:

$$\overline{\delta}^{C}_{iC3} = \sum_{j=1}^{d}\overline{\delta}_j N_j / \sum_{j=1}^{d} N_j \ . \qquad (3)$$

В (3) значення $\overline{\delta}_j$ визначається як середнє арифметичне значення похибки для вибраного кожного із *j*-тих діапазонів зміни витрат. Значення N_j стосується кількості лічильників, для яких обчислювалася середня похибка згідно вибраного діапазону зміни витрат, кількість діапазонів яких відповідає *d* (в нашому випадку *d*=3).

Для наведеного графіка (рис.1) числові значення кількості лічильників і їх похибок для вибраних трьох діапазонів її зміни є наступними: N_1=81, $\overline{\delta}^{1}_{Q\min}$ =0,5%, $\overline{\delta}^{1}_{0.2Q\max}$ =2,25%, $\overline{\delta}^{1}_{Q\max}$ = -0,12%; N_2=206, $\overline{\delta}^{2}_{Q\min}$ = - 6,02%, $\overline{\delta}^{2}_{0.2Q\max}$ = 1,38 %, $\overline{\delta}^{2}_{Q\max}$ = - 1,08%, N_3=72, $\overline{\delta}^{3}_{Q\min}$ = -19,72%, $\overline{\delta}^{3}_{0.2Q\max}$ = 0,75%, $\overline{\delta}^{3}_{Q\max}$ = -1,53%.

Підставлення числових значень у формули (2) і (3) дає можливість розрахувати значення середньозважених витратних статистичних похибок $\overline{\delta}^{C}_{iC3}$ = -7,296% (при $Q_{\min}$), $\overline{\delta}^{C}_{iC3}$ =1,445% (при $0{,}2Q_{\max}$), $\overline{\delta}^{C}_{iC3}$ =0,285% (при $Q_{\max}$), а також комплексну статистичну похибку $\overline{\delta}^{K}_{C3}$=0,587%.

Запропонований новий підхід щодо кількісної оцінки середньозважених похибок ПЛГ, які базуються на статистичних даних результатів повірки ПЛГ, відкриває практичні напрями для реалізації нового об'єктивного підходу щодо оцінювання технічного стану ПЛГ в умовах експлуатації. Числове значення середньозваженої комплексної статистичної похибки також може бути критерієм для об'єктивного оцінювання передремонтного технічного стану ПЛГ.

Література

1. Середюк О.Є. Експериментальні дослідження і моделювання метрологічних характеристик побутових лічильників газу / О.Є. Середюк, Б.І. Прудніков, В.С. Вощинський, Т.В.Лютенко //Всеукраїнська семінар-нарада «Облік природного газу та метрологія» , 21-25 вересня 2015р., Одеса: збірка доповідей. – Київ: НАК «Нафтогаз України». – 2015. – С.24 – 27.
2. Лічильники газу мембранні. Загальні технічні умови. ДСТУ EN 1359:2006 (EN 1359:1998, IDT). – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 45 с.

УДК 681.121.83

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

О.Є. Середюк, Н.М. Малісевич

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, feivt@nung.edu.ua

Враховуючи сучасні тенденції зростання цін на енергоносії, в тому числі і на природний газ актуальнішими стають вимоги до його якості. Вимоги до якісних характеристик природного газу, а також підходи до їх визначення в Україні відрізняються від закордонних, насамперед країн ЄС.

Згідно з чинним нормативним документом України [1] якість продукції характеризується сукупністю характеристик продукції, які стосуються її здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби. Стосовно природного газу, то його якість визначається компонентним складом, який формує основні споживчі характеристики газу. З 1987 року, в т.ч. в Україні, на сьогодні чинним є міждержавний стандарт [2], який визначає фізико-хімічні характеристики природного газу, найважливішими серед яких є теплота згорання та число Воббе, що характеризує можливість взаємозаміни природного газу. На відміну від іноземного стандарту [3] і гармонізованого з європейським стандартом [4] у [2] не регламентовані значення відносної густини природного газу, метанового числа, а також вмісту у ньому метану, азоту та водяної пари. Водночас в [3] вже нормуються значення відносної густини в діапазоні (0,555 – 0,680), об'ємний вміст метану не менше ніж 80 %, азоту і вуглекислого газу разом – не більше 10 %.

Визначення компонентного складу природного газу в Україні та за кордоном відбувається шляхом хроматографічного аналізу. Нормативний документ [5] конкретизує вимоги, яким має відповідати аналітичний метод для повного та розширеного аналізу природного газу. Останній дає змогу кількісно виміряти вміст не тільки окремих компонентів, але і гексанової вуглеводневої фракції та обчислити на цій базі фізичні властивості газу. Незважаючи на те, що вищі вуглеводні впливають на зміну теплоти згорання та густини, менше ніж на 0,3 % та 0,004 % відповідно, їх потрібно виявляти для оцінювання долі гексанової фракції.

Нормативний документ [6], що складається з шести частин, описує методи аналізування природного газу із заданими рівнями невизначеності. Цей підхід зручний для обчислення теплотворної здатності та інших адитивних фізичних властивостей газу із певною невизначеністю. Перша частина надає настанови щодо аналізування природного газу для визначення молярних часток його головних компонентів. У другій частині задані характеристики вимірювальних систем і статистичний підхід до оброблення даних, а також обчислення помилок для визначення невизначеностей у молярних часток компонентів газу. Третя і подальші частини документа містять