

**УДК 006:681.121**

*Н. В. Гаврилюк, студент гр. ПБ-14-1, Т. А. Гринишин, студент гр. МТ-14-1  
к.т.н., доц. О.С. Криницький,*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
м.Івано-Франківськ, Україна*

## **ВИВЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ПОХИБКИ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ ПРИ ЇХ ПОВІРЦІ**

**Анотація.** Досліджено закономірності зміни похибок при повірці побутових лічильників газу типорозміру G4 трьох виробників GALLUS, METRIX, SAMGAS. Проаналізовано кількість придатних для експлуатації після повірки лічильників типорозмірів G4 і G6 моделі METRIX. Здійснений порівняльний аналіз закономірностей зміни похибок побутових лічильників газу моделі METRIX різних типорозмірів G4 і G6.

**Ключові слова** побутовий лічильник, похибка, типорозмір, природний газ, статистичне оцінювання.

Застосування побутових лічильників газу (ПЛГ) дозволяє вирішувати питання енергозбереження і раціонального використання природного газу. Тому розвиток практичних аспектів метрологічного забезпечення ПЛГ при їх експлуатації може бути здійснений на підставі вивчення за результатами їх періодичної повірки закономірностей зміни похибки ПЛГ після закінчення міжповірочного терміну. Це може сприяти виявленню конструктивних недоліків при експлуатації ПЛГ, а також може служити розробленню рекомендацій щодо коригування тривалості міжповірочного терміну. Такий підхід зумовлює необхідність вивчення статистичних закономірностей зміни похибки досліджуваних ПЛГ.

Метою даного дослідження є статистична обробка результатів експериментальних досліджень ПЛГ за даними їх періодичної повірки і виявлення за цих умов закономірностей зміни похибки ПЛГ при їх експлуатації.

Для статистичного дослідження вибрані результати повірки понад трьох тисяч ПЛГ на еталонній установці дзвонового типу, яка експлуатується в ПАТ «Івано-Франківськгаз». При цьому був вибраний не тільки поділ лічильників по їх типорозмірах, заводах-виготовлювачах, але і по діапазону зміни похибок. Спочатку було проведено сортування лічильників по діапазону отриманих значень похибки, яка визначалася за найменшої (мінімальної) робочої витрати лічильників  $Q_{\min}$  [1]. За таких умов було вибрано п'ять діапазонів зміни похибки (0...+3), (0...-3), (-3...-6), (-6...-15), (-15...-30).

Середнє значення похибки визначали за формулою:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum \delta_i}{n}, \quad (1)$$

де  $\delta_i$  – кількість ПЛГ, які є в одному діапазоні похибки,  $n$  – загальна кількість лічильників.

Діапазони визначалися з міркувань, що на мінімальній витраті допустиме значення похибки ПЛГ складає  $\pm 3\%$ . Це було підставою для розділення цього діапазону на піддіапазони (0...+3), (0...-3)%. Зважаючи, що в нормативному документі [2] по повірці ПЛГ, який регламентує допустиме значення похибки, вона може становити до мінус 6%, то сформований третій діапазон (-3...-6)%. За інформацією управління газового господарства, яке здійснює

ремонт ПЛГ, лічильники підлягають ремонту, коли їх похибка не перевищує 30%. Тому було вибрано ще два діапазони похибки ПЛГ із значеннями  $(-6 \dots -15)$ ,  $(-15 \dots -30)\%$ .

Наступним етапом сортування ПЛГ був вибір статистичної кількості лічильників одного типорозміру, значення похибки яких знаходились би у кожному з п'яти вказаних вище діапазонах. Таким чином, було вибрано для аналізу три типи різних виробників побутових лічильників типорозмірів G4. Результати досліджень наведені на рис. 1.

З цього рис. 1 видно, що зміни похибок ПЛГ характеризуються статистично подібними закономірностями, тобто очевидним є їх суттєве зменшення в діапазоні від  $Q_{\min}$  до  $0,2Q_{\max}$ , і набагато менша зміна похибки в діапазоні від  $0,2Q_{\max}$  до  $Q_{\max}$ . Ці закономірності не суперечать відомим закономірностям зміни похибки нових, не бувших в експлуатації мембранних ПЛГ. Однак виявлено також практично однакові закономірності зміни похибки в діапазоні від  $0,2Q_{\max}$  до  $Q_{\max}$  при наявності суттєво інших закономірностей зміни похибки ПЛГ в діапазоні від  $Q_{\min}$  до  $0,2Q_{\max}$ .

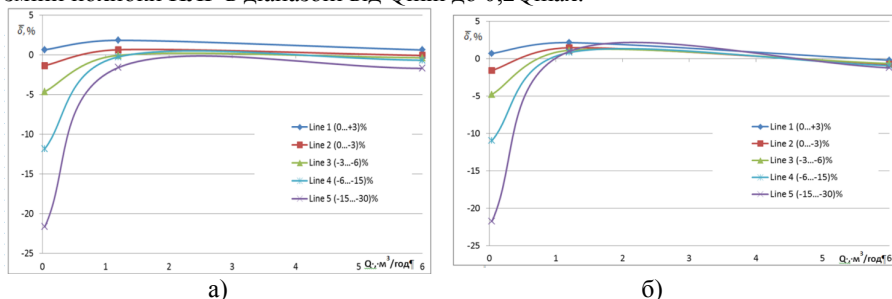


Рисунок 1 - Графічна ілюстрація зміни похибки ПЛГ типорозміру G4 на п'яти різних її діапазонах на мінімальній витраті  $Q_{\min}$  для лічильників GALLUS (a), METRIX (б)

Для оцінки кількості лічильників, які характеризуються різним діапазоном похибок при  $Q_{\min}$  був проведений статистичний аналіз шляхом побудови гістограм [3], які дають можливість кількісно оцінити результати обробки вимірювальної інформації за даними статистичного аналізу. Гістограми розподілу кількості придатних лічильників за діапазонами похибок при мінімальній робочій витраті (рис. 2). З них видно, що відсоток придатних лічильників типорозміру G4 дещо нагадує несиметричний нормальний закон розподілу, а вид закону розподілу для лічильників G6 більш близький до рівномірного, хоча можна виділити локальне зростання відсотка ПЛГ з діапазоном похибки  $(0 \dots +1,5)\%$ . Ці гістограми вказують, що найбільший відсоток придатних ПЛГ характеризуються на мінімальній витраті додатною похибкою в діапазоні  $(0 \dots +1,5)\%$ , наявність якої після закінчення міжповірного терміну ПЛГ практично вважалось неможливим. Передбачалося, що похибка ПЛГ після закінчення міжповірного терміну експлуатації при визначенні похибки за мінімальної робочої витрати, як правило, повинна зміщуватися у від'ємну сторону, а виявилось що вона може залишатися у додатному діапазоні.

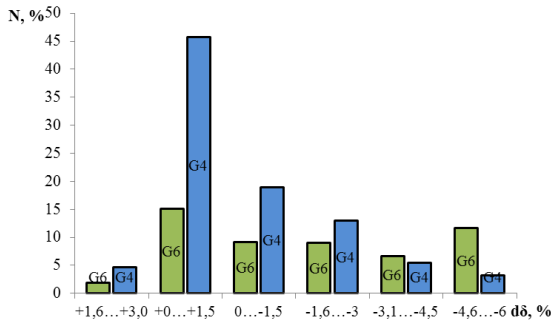


Рисунок 2. Розподіл кількості придатних лічильників за типорозмірами від діапазону похибок при мінімальній витраті

Проведений детальний порівняльний аналіз зміни похибки різних типорозмірів G4 і G6 моделі METRIX, який наведений на рис. 3, а...в. На цьому рисунку проаналізовано похибки тільки придатних лічильників (тобто таких, які можуть після перевірки без ремонту далі бути в експлуатації).

Для більш детального аналізу похибки цих лічильників діапазон похибки був поділений через 1,5%. Тому отримано два додатних діапазони похибки (0...+1,5), (+1,6...+3)% і чотири від'ємних діапазони (0...-1,5), (-1,6...-3), (-3,1...-4,5), (-4,6...-6)%. На них криві зміни похибки умовно зображені регресійними моделями для всього досліджуваного діапазону робочих витрат. Графічні залежності підтверджують практично однакові закономірності зміни похибки ПЛГ:

- зростання значень кривої похибки в діапазоні робочих витрат від  $Q_{\min}$  до  $0,2Q_{\max}$ ;
- спадання значень кривої похибки в діапазоні робочих витрат від  $0,2Q_{\max}$  до  $Q_{\max}$ .

Виявлено, що при цьому величина зміни похибки для першого діапазону витрат практично не корелює із величиною зміни похибки для другого діапазону витрат. Однак кількісна зміна похибки для другого діапазону витрати є досить стабільною для двох типорозмірів ПЛГ і не перевищує 1,66 % і 2,33 % для G4 і G6 відповідно.

При більш детальному аналізі рис.3 видно, що розходження між зміною похибки лічильників G6 і G4 для окремих вибраних діапазонів похибки при  $Q_{\min}$  близька до (0,5...0,7) %. При цьому зміна похибки у лічильників G6 завжди є більшою від зміни похибки для лічильників G4. Водночас більше розходження (1,15%) спостерігається для лічильників з додатною похибкою при мінімальній робочій витраті і найменше (0,045%) – для лічильників із найбільшою допустимою від'ємною похибкою при мінімальній робочій витраті.

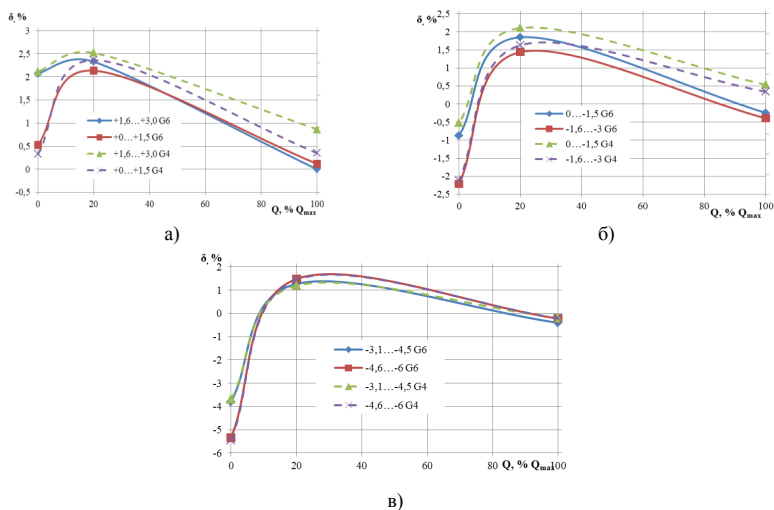


Рисунок 3. Графічна ілюстрація закономірностей зміни похибки різних типорозмірів побутових ПЛГ моделі METRIX

**ВИСНОВКИ.** За результатами досліджень статистично встановлено закономірності зміни похибок ПЛГ, типорозмірів G4 і G6 моделей GALLUS, METRIX які експлуатувалися у міжповірочному інтервалі. Виявлено, що закономірності зміни похибки при діапазоні робочих витрат  $0,2Q_{\max} - Q_{\max}$  практично не корелюють із зміною похибок в діапазоні  $Q_{\min} - 0,2Q_{\max}$ . Експериментально встановлено достатню стабільність зміни похибки для лічильників різних типорозмірів в діапазоні  $0,2Q_{\max} - Q_{\max}$ . Отримані результати дають підстави для наукового обґрунтування можливості реалізації нової методології повірки ПЛГ за обмеженим діапазоном робочих витрат.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Середюк О. Є. Статистичний аналіз зміни похибки побутових лічильників газу при їх експлуатації / О. Є. Середюк, Т. В. Лютенко // III всеукр. наук.-техн. конф. молодих вчених у царині метрології «Technical Using of Measurement-2017», 24-27 січня 2017р., Славське: тези доп. – К.: Академія метрології України. –2017. – С.48-51.
2. Лічильники газу мембранні. Загальні технічні умови (EN 1359:1998, IDT): ДСТУ EN1359:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. –IV, 45с.
3. Метрологія і технологічні вимірювання у нафтовій та газовій промисловості: навч. посіб. / за ред. С. А. Чеховського. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 534 с.