

УДК 681.121

М. Кузь, канд. техн. наук

Івано-Франківський університет права імені Короля Данила Галицького

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

Резюме. Проаналізовано, що оцінювання стабільності похибок лічильників газу проводиться тільки при здійсненні державних випробувань і не може характеризувати динаміку зміни похибок лічильників газу під час їх експлуатації. Виробники та постачальники турбінних та роторних лічильників газу декларують стабільність метрологічних характеристик у часі, але не наводять числових значень стабільності. Розроблено методику для оцінювання динаміки зміни похибок лічильників газу. Для прогнозування стабільності метрологічних характеристик лічильників запропоновано використовувати логіко-статистичну модель ЛСІМ-1, яка традиційно використовується в системах контролю та автоматики для регулювання й стабілізації технологічних процесів. Використання розробленої методики дозволить оцінити динаміку зміни стабільності метрологічних характеристик роторних і турбінних лічильників газу та спрогнозувати метрологічну стабільність на період експлуатації лічильників газу.

Ключові слова: лічильник газу, стабільність, похибка

М. Kuz

STABILITY STUDIES OF GAS METERS

Summary. It was studied that the estimation of the gas meters stability error is carried out only during the official testing and can not specify the dynamics of gas meter errors during their operation. Manufacturers and suppliers of turbine and rotary gas meters declare stability of metrological characteristics over time, but do not confirm them by the numerical values of stability. Admissible values of instability of the metrological characteristics of the gas meters in operation are not specified in the standard regulations in Ukraine. The method for estimation of errors change stability of the turbine and rotary gas meters has been developed. To predict the stability of metrological characteristics of gas meters, the usage of logic-statistical model LSIM-1, which is traditionally used in control systems and automation for the regulation and stabilization of technological processes has been proposed. Before the study and in every 10 h of gas meter operation stability of the metrological characteristics of a gas meter has been carried out. At this stage of studies the change of metrological characteristics of a gas meter, depending on the cost is being estimated. As a result of a series of studies (in every 10 h of gas meter operation) the table is built by summing of all 1 (units) in each series of studies. The error stability curve of the gas meter, depending on the waste in one study of series and the errors stability curve of the gas meter, depending on the number of studies in the series, is built. Approximating curve, which specifies the character of the error change of the turbine or rotary gas meter, depending on the number of studies in the series, is built. The fact, if with the increase of number of studies is observed the improvement (approximation curve ascent) or deterioration (approximation curve downward) of the stability of metrological characteristics of the meter, is analyzed. The application of the developed method will make possible to estimate the dynamics of the metrological characteristics stability changes of rotary and turbine gas meters and to predict the metrological stability during operation of gas meters. Determination of the metrological characteristics stability of gas meters in use will allow to estimate the fact, if the gas meters errors do not exceed the admissible permissible limits. The subject of further research is to develop the criteria for finding the numerical values of the gas meters metrological characteristics stability limits.

Key words: gas meter, stability, error.

Постановка проблеми. Процедура проведення типових випробувань лічильників газу турбінного та роторного типів [1, 2] передбачає оцінювання стабільності похибок лічильників газу. Дана метрологічна характеристика визначається тільки при проведенні державних випробувань і не може характеризувати динаміку зміни похибок лічильників газу під час їх експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нормативним документом [1] встановлено, що у діапазоні витрат від $0,25 \cdot q_{\max}$ до q_{\max} зміни похибки лічильника за

кожної витрати не повинні виходити за межі 0,2%. У національному стандарті [2] встановлено аналогічне значення зміни похибки лічильника газу, але у діапазоні витрат від q_t до q_{max} .

Виробники та постачальники турбінних і роторних лічильників газу декларують стабільність метрологічних характеристик у часі [3, 4], але не наводять числових значень стабільності.

Метою даної роботи є розроблення методики дослідження динаміки зміни похибок лічильників газу шляхом прогнозування стабільності метрологічних характеристик лічильників.

Результати дослідження. Похибку турбінного лічильника відповідно до вимог [1] треба визначати за різних витрат газу в такому порядку: $0,25 \cdot q_{max}$; $0,7 \cdot q_{max}$; $0,4 \cdot q_{max}$; q_{max} , причому зміну від $0,4 \cdot q_{max}$ до q_{max} роблять через значення $1,1 \cdot q_{max}$ для того, щоб наблизитися до значення q_{max} від більшого значення витрати газу. При кожній витраті потрібно тричі оцінити похибку без зміни витрати газу. Цикл треба повторити тричі. Дев'ять похибок лічильника за кожної витрати не повинні перевищувати 0,2%.

Похибку роторного лічильника відповідно до вимог [2] визначають для двох значень витрат у такому порядку: q_t , q_{max} , q_t , q_{max} , q_t , q_{max} , де змінення витрат від q_t до q_{max} відбувається через $1,1 \cdot q_{max}$, щоб досягти витрати q_{max} від більшої витрати. Для кожної витрати похибку лічильника визначають тричі без змінення витрати. Цикл повторюють тричі. Впевнюються, що дев'ять похибок лічильника для усіх витрат лежать у межах 0,2%, не враховуючи взаємодію лічильника і випробовувального обладнання.

Для оцінювання динаміки зміни похибок лічильників газу пропонується наступна методика. Відповідно до [1] перед типовими випробуваннями лічильник повинен пропрацювати протягом 50 год за витрати газу, що дорівнює принаймні $0,5 \cdot q_{max}$. Для дослідження стабільності метрологічних характеристик лічильника він повинен пропрацювати протягом не 50 год, а, наприклад, п'ять разів по 10 год.

Для прогнозування стабільності метрологічних характеристик лічильників використовується логіко-статистична інформаційна модель ЛСІМ-1, яка традиційно використовується в системах контролю та автоматики для регулювання й стабілізації технологічних процесів [5] на основі решітчастої функції станів об'єкта керування. Приклад побудови такої функції, яка реагує на відхилення стану об'єкта керування від номінальних значень по амплітуді, наведена на рис. 1.

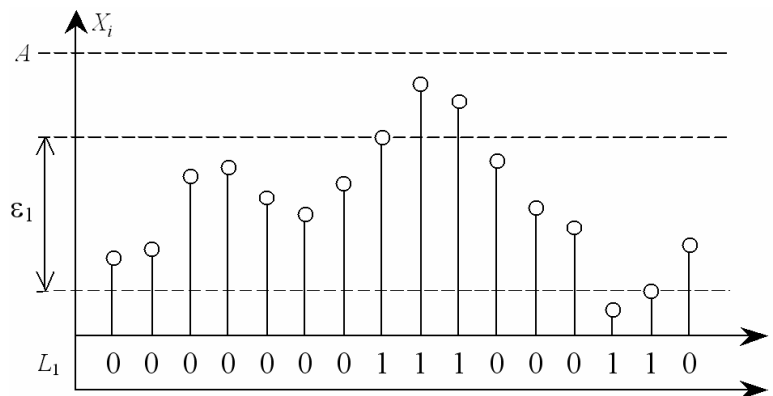


Рисунок 1. Решітчаста функція станів об'єкта керування

Figure 1. Lattice function states of the control object

Значення функції (рис. 1) задається булевою змінною L_1 , яка описується рівнянням [5]

$$L_1 = \begin{cases} 0, & x_i \in \varepsilon_1, \\ 1, & x_i \notin \varepsilon_1, \end{cases} \quad (1)$$

де ε_1 – апертура станів об’єкта керування (x_i), яка має відповідний зміст: $x_i \in \varepsilon_1$, відповідає знаходженню x_i у границях апертури ε_1 , а $x_i \notin \varepsilon_1$ – міститься на границях або поза границями апертури.

Перед проведенням досліджень та через кожні 10 год роботи лічильника проводять дослідження стабільності метрологічних характеристик лічильника газу за методиками, наведеними в [1, 2]. За результатами кожного з шести досліджень будується функція станів (див. рис. 1). Приклад побудови функції станів метрологічних характеристик перед проведенням випробувань турбінного лічильника газу наведено на рис. 2.

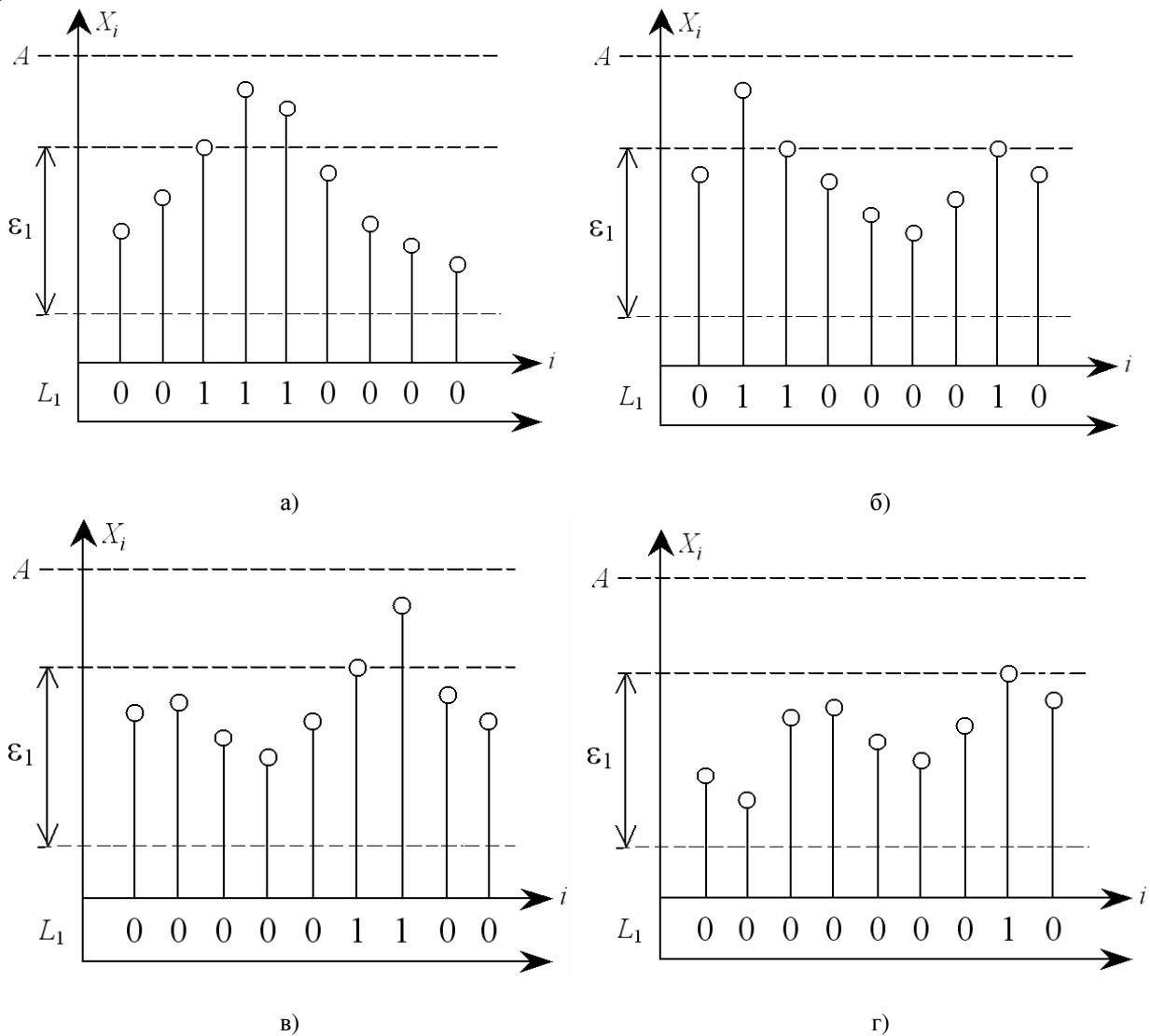


Рисунок 2. Функція станів метрологічних характеристик турбінного лічильника газу для витрат: а) $0,25 \cdot q_{\max}$, б) $0,7 \cdot q_{\max}$, в) $0,4 \cdot q_{\max}$, г) q_{\max}

Figure 2. Function of metrological characteristics state of the turbine gas meter for wastes: а) $0,25 \cdot q_{\max}$, б) $0,7 \cdot q_{\max}$, в) $0,4 \cdot q_{\max}$, г) q_{\max}

На даному етапі досліджень можна оцінити зміну метрологічних характеристик турбінного лічильника газу залежно від витрати. Для цього з графіків рис. 2 будують таблицю станів (табл. 1) шляхом сумування всіх 1 (одиниць) на кожному з графіків.

Таблиця 1

Стани стабільності похибки турбінного лічильника газу на початку досліджень

Витрата газу	$0,25 \cdot q_{\max}$	$0,7 \cdot q_{\max}$	$0,4 \cdot q_{\max}$	q_{\max}
Позначення графіка на рис. 2	а)	б)	в)	г)
Сума станів стабільності похибки $\sum(L_1)$	3	3	2	1

За даними, наведеними в табл. 1 будують криву стабільності похибки турбінного лічильника газу залежно від витрати в одному дослідженні з серії (рис. 3).

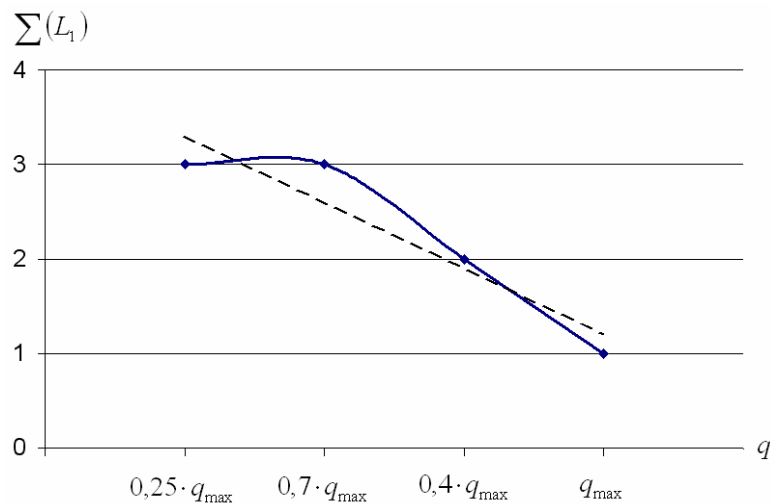


Рисунок 3. Крива стабільності похибки турбінного лічильника газу одного дослідження із серії

Figure 3. Stability curve of the turbine gas meter error of one study of a series

На рис. 3 штриховою лінією зображена апроксимаційна крива, яка вказує на характер зміни похибки лічильника газу залежно від витрати. В даному випадку зі збільшенням витрати спостерігається покращення стабільності метрологічних характеристик лічильника газу (чим менша сума станів, тим метрологічна стабільність лічильника краща).

За результатами серії досліджень (через кожні 10 год роботи лічильника) будують таблицю станів (табл. 2) шляхом сумування всіх 1 (одиниць) у кожній серії досліджень.

Таблиця 2

Стани стабільності похибки турбінного лічильника газу за всіх досліджень

Номер дослідження в серії m	1	2	3	4	5	6
Сума станів стабільності похибки $\sum(L_1)$	9	8	9	7	5	2

За даними, наведеними в табл. 2 будують криву стабільності похибки турбінного лічильника газу залежно від номера дослідження в серії (рис. 4).

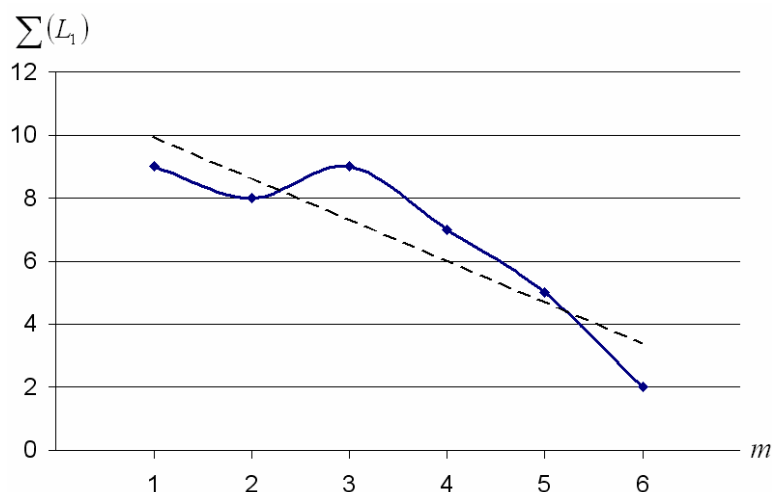


Рисунок 4. Крива стабільності похибки турбінного лічильника газу за результатами серії досліджень

Figure 4. Stability curve of the turbine gas meter error according to the results of a series of studies

На рис. 4 штриховою лінією зображена апроксимаційна крива, яка вказує на характер зміни похибки лічильника газу залежно від номера дослідження в серії. В даному випадку зі збільшенням кількості досліджень спостерігається покращення стабільності метрологічних характеристик лічильника.

Апроксимаційна крива, зображена на рис. 4, описується рівнянням

$$\sum(L_1) = -1,3 \cdot m + 11,3. \quad (2)$$

У загальному випадку рівняння (2) можна описати функцією

$$\sum(L_1) = f(m). \quad (3)$$

Враховуючи часову різницю τ між дослідженнями в серії формула (3) набуде вигляду

$$\sum(L_1) = \frac{f(m)}{\tau}. \quad (4)$$

Для даного конкретного випадку (рис. 4) формула (2) з урахуванням формули (4), в якій $\tau = 10$ год, буде мати вигляд

$$\sum(L_1) = -0,13 \cdot m + 1,13. \quad (5)$$

Умовою, коли динаміка стабільності метрологічних характеристик відповідатиме вимогам нормативних документів [1, 2], буде $\sum(L_1) = 0$ при апертурі станів $\varepsilon_1 = 0,2\%$.

Аналогічна методика побудови ЛСІМ-1 для досліджень стабільності в часі метрологічних характеристик роторних лічильників газу.

Висновки. Використання розроблених методик дозволить оцінити динаміку зміни стабільності метрологічних характеристик роторних і турбінних лічильників газу та спрогнозувати метрологічну стабільність на період експлуатації лічильників газу.

Предметом подальших наукових досліджень буде розроблення критеріїв для визначення числових значень границь стабільності метрологічних характеристик лічильників газу в експлуатації.

Conclusions. Using this method stability dynamics of the metrological characteristics of rotary and turbine gas meters can be estimated and the metrological stability during operation of gas meters can be predicted.

The subject of further research will be the development of criteria for determining the numerical values of the metrological characteristics stability limits of gas meters in operation.

Список використаної літератури

1. Лічильники газу турбінні. Загальні технічні умови: ДСТУ EN 12261:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2007. – 32 с. – (Національний стандарт України).
2. Лічильники газу роторні. Загальні технічні умови: ДСТУ EN 12480:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України 2007. – 25 с. – (Національний стандарт України).
3. ПАТ Івано-Франківський завод «Промприлад»: (офіційний сайт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.prylad.com.ua/index.php/uk/produksiia-ua/>.
4. ТОВ ВКП «Техноінком»: (офіційний сайт) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tehnolog.ck.ua/ua/gazovaya-armatura/schetchiki-obema-gaza/product-43.html>.
5. Идентификация информационных состояний объектов исследования на основе системы логико-статистических информационных моделей [Текст] / Я.М. Николайчук, М.А. Лучук, Л.И. Жуган, Б.М. Шевчук. – К.: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова АН УССР, 1998. – (Препринт ИК АН УССР 88-45).

Отримано 06.02.2013