

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Я.І. Заячук, О.В. Мойсеєнко, Б.В. Пашковський
ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, Україна
e-mail: ksm@nung.edu.ua

Пропонується модифікований метод ранжування газоперекачувальних агрегатів (ГПА) [1], до існуючих параметрів, додано індекс концентрації газів у вихлопних, обчислений, як узагальнений показник індексів концентрацій азоту і вуглецю, який обчислюється за формулою [2]:

$$K_p = \frac{C'_{NO_x}}{C^{НОМ}_{NO_x}} + \frac{C'_{CO}}{C^{НОМ}_{CO}} \quad (1)$$

де C'_{NO_x} , C'_{CO} - концентрації оксидів азоту і вуглецю у вихлопних газах, мг/м³, приведені до умовної концентрації кисню 15%;

$C^{НОМ}_{NO_x}$ - номінальна приведена концентрація оксидів азоту, мг/м³;

$C^{НОМ}_{CO}$ - номінальна приведена концентрація оксидів вуглецю, мг/м³.

Для лінгвістичної змінної «індекс концентрації» використано 5 термів. Проведено опитування експертів та побудовано усереднені функції належності за допомогою методів статистичної обробки інформації та парних порівнянь (рис 1).

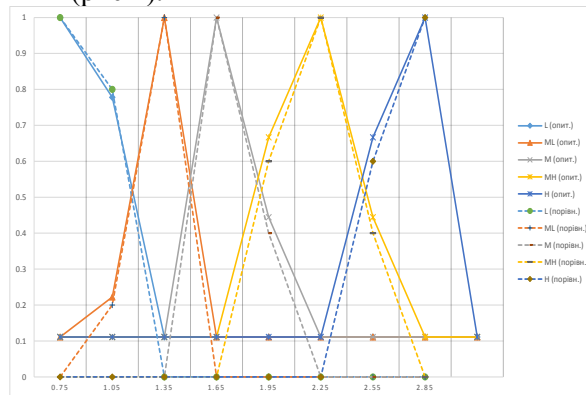


Рис. 1 – Зведені функції належності індексу концентрації отримані методами опитування експертів та парних порівнянь

ГПА представлений, як нелінійний об'єкт із сімома входами і одним виходом. Використовуючи отриману базу знань шляхом заміни змінних на їх функції належності, а операцій І та АБО - на операції \wedge і \vee був отриманий зв'язок між функціями належності входів і виходів:

$$\begin{aligned} \mu^{d_j}(y) &= a_{j1} \cdot [\mu^{j1}(x_1) \wedge \mu^{j1}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{j1}(x_n)] \vee \\ &a_{j2} \cdot [\mu^{j2}(x_1) \wedge \mu^{j2}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{j2}(x_n)] \vee \dots \vee \\ &\vee a_{jp} \cdot [\mu^{jp}(x_1) \wedge \mu^{jp}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{jp}(x_n)], j = \overline{1, m} \end{aligned}$$

В результаті математичних перетворень отримана зручна для розрахунків формула, яка дозволяє обчислити узагальнений коефіцієнт технічного стану ГПА при фіксованих значеннях факторів впливу

$$y = \frac{\sum_{j=1}^m [\underline{y} + (j-1) \cdot \Delta] \cdot \mu^{d_j}(y)}{\sum_{j=1}^m \mu^{d_j}(y)}.$$

Для розробки структури моделі оцінки узагальненого технічного стану пропонується універсальний апроксиматор, який описує залежність між входами і виходом моделі за допомогою експертної матриці знань, яка відповідає нечіткій базі знань. Нечітка апроксимація об'єкта дозволяє обчислити функції належності аналітично за формулою:

$$\mu^{jp}(x_i) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i - b_i^{jp}}{c_i^{jp}} \right)^2}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, p = k_j,$$

де, b_i^{jp} , c_i^{jp} параметри настройки даної функції належності: b - координата максимуму; c - параметр концентрації (стиснення-розтягування) графіка функції (рис. 2). Були обчислені параметри настройки функцій належності і самі функції.

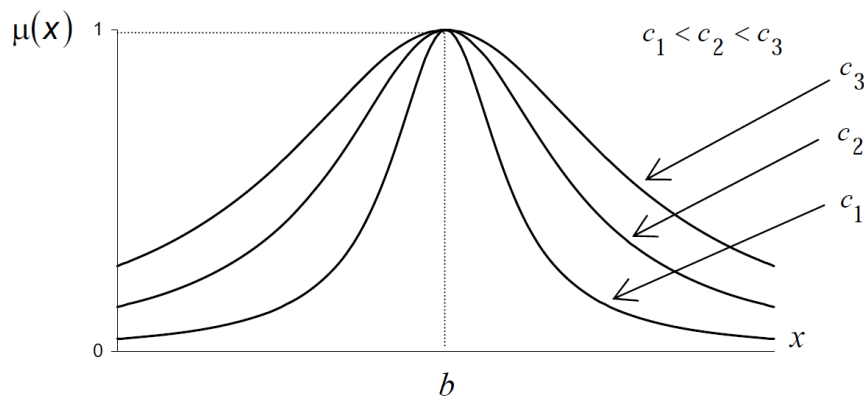


Рис. 2 - Модель функції належності

Таблиця 1 Параметри налаштування (b , c) функцій належності

Терми	x_1	x_2	x_3	x_4	x_7	x_6	x_7
L	-	-	(0.26; 7.35)	(4.23; 1.24)	(0.54; 5.44)	(0.24; 1.65)	(0.26; 9.25)
ML	(4.65; 7.34)	(3.34; 6.60)	(0.26; 1.24)	(0.76; 4.24)	(0.26; 4.2)	(0.47; 1.94)	(3.24; 3.68)
M	(0.13; 2.14)	(0.26; 1.24)	(0.68; 9.54)	(0.8; 9.56)	(0.56; 18.4)	(4.23; 6.24)	(8.06; 8.23)
MH	(8.54; 4.57)	(4.26; 8.24)	(0.29; 1.28)	(0.24; 1.65)	(8.46; 6.44)	(7.36; 9.52)	(8.36; 4.64)
H	(2.66; 7.46)	(4.45; 5.29)	-	-	-	-	-

На засадах нечіткої логіки знайдено нульовий розв'язок системи нечітких логічних рівнянь, яка може бути сформульована таким чином: необхідно знайти вектор

$$\mu(c) = \{\mu(c_1), \mu(c_2), \dots, \mu(c_n)\},$$

що задовольняє обмеження

$$\mu(c_i) \in [0;1], i = \overline{1, n},$$

де $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ множина вхідних факторів, від яких залежить технічний стан ГПА. За допомогою генетичних алгоритмів здійснено пошук інтервалів ступенів важливості причин $\mu(c_i)$ та побудовані функції належності вхідних параметрів технічного стану ГПА.

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 врахування 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 $\delta_{Q_{\min}}^1$ від 0 до плюс 3% при Q_{\min} (діапазон 1), діапазон від'ємних значень похибок $\delta_{Q_{\min}}^2$ при Q_{\min} від 0 до мінус 15% (діапазон 2) і діапазон від'ємних значень похибок $\delta_{Q_{\min}}^3$ при Q_{\min}