

підсистема прийняття рішень отримувала достовірну інформацію. Класифікатор такої системи виконує порівняння отриманих даних з певними граничними умовами чи сталонними значеннями. Результат обробленої інформації встановлює технічний стан об'єкту та можливість його подальшого функціонування.

Сучасні системи керування обладнанням стають все більш складними та інтелектуальними. Швидкий розвиток обчислювальної техніки та зниження її вартості створює передумови для побудови систем керування на базі ШІ і, зокрема, нейронних мереж (НМ). Нейронні мережі дають змогу зняти обмеження щодо кількості інформації, її нелінійних зв'язків, гнучкості структури та забезпечують оптимальні технічні вимоги при здатності виконувати складні обчислення.

Для вирішення питання правильності передачі інформації НМ виконують задачу апроксимації. Доцільно використовувати радіально-базові RBF-мережі та двошарові мережі прямого розповсюдження з сигмовидною функцією активації в першому шарі та лінійною – в другому, які гарантують якість передачі інформації з кращою точністю та мають найкращі показники швидкодії.

В роботі розглянуті типи НМ, які використовуються для класифікації, та обрано ймовірнісну мережу PNN як основу для класифікатора системи діагностики. Сформований класифікатор протестовано на розпізнавання стану об'єкту за допомогою тестових множин. Результати показали можливість забезпечення достовірної класифікації обраною мережею.

1. Макаров И. М. Концептуальные основы организации интеллектуального управления сложными динамическими объектами / И. М. Макаров // Новые методы управления сложными системами : сб. науч. тр. – М. : Наука, 2004. – С. 19–31. 2. Лохин В. М. Интеллектуальные системы управления : понятия, определения, принципы построения / В. М. Лохин, В. Н. Захаров // Интеллектуальные системы автоматического управления : сб. науч. тр. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – С. 25–38.

УДК 681.121

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ ПОХИБКИ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

Рябко Ю. С., Лютенко Т. В., Середюк О. Є. (науковий керівник)

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019*

На сьогоднішній день побутові лічильники газу (ПЛГ) набули значного практичного застосування. Водночас є ряд проблем стосовно метрологічного забезпечення цих засобів обліку, без вирішення яких не тільки знижується достовірність обліку, що також вимагає значних матеріальних затрат. Головною з цих проблем є відсутність бездемонтажної повірки ПЛГ з

використанням природного газу як робочого середовища.

Метою даного повідомлення є узагальнення результатів експериментальних досліджень ПЛГ під час їх періодичної повірки і обґрунтування на цій основі нового підходу до практичної реалізації бездемонтажної повірки ПЛГ на природному газі.

За базу для досліджень взяті результати повірки на повітрі трьох лічильників GALLUS G4, яка здійснювалась на еталонній установці ПАТ «Івано-Франківськгаз» в 2013 р.

Однак з причин відомої для всіх наявності втрат природного газу є зниження достовірності його обліку, що в значній мірі стосується ПЛГ, одним із факторів якої є зниження достовірності обліку в процесі функціонування ПЛГ. Проведення періодичної повірки не в повній мірі вирішує це питання, оскільки навіть при виявленні відхилень метрологічних характеристик від паспортних, ремонт чи навіть заміна ПЛГ дозволяє підвищити точність обліку при подальшому його обліку у споживача. При цьому виявлені втрати від неточності обліку на момент проведення повірки вже не можуть бути повернені і не можуть бути кількісно оцінені. Одним із можливих аспектів ліквідації цих втрат є проведення діагностування ПЛГ впродовж міжповірочного інтервалу. Саме діагностування, тобто перевірки метрологічних характеристик на декількох обмежувальних витратах може сприяти вирішенню цього питання.

Для дослідження метрологічних характеристик ПЛГ, що може сприяти у введенні поправки при їх експлуатації необхідно знати закономірності зміни їх метрологічної характеристики, в першу чергу залежності зміни похибки від робочих умов функціонування. Використання для цієї мети інтегральної характеристики, якою може бути середньозважена похибка [1] є недостатньо повною, оскільки не відображає основних закономірностей зміни похибки при експлуатаційних умовах функціонування ПЛГ. Тому необхідно математично описати закономірності зміни похибки для різних лічильників. Це дасть змогу здійснити кількісний вплив не тільки на вид метрологічної характеристики але і встановити алгоритмічні закономірності щодо її зміни.

На рис. 1 наведені графічні залежності зміни похибок для ПЛГ GALLUS G4 типорозміру G4.

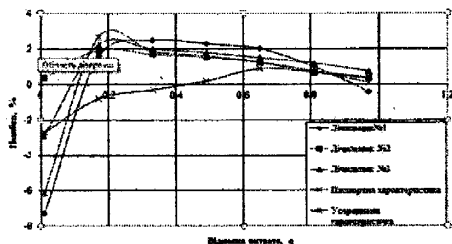


Рисунок 1 - Графічні залежності зміни похибок для ПЛГ GALLUS типорозміру G4

При цьому для дослідження (рис.1) обрано три конкретних лічильники з експериментально визначеними на еталонній установці похибками для трьох значень витрати, що дало можливість зобразити у вигляді кривих графічні залежності зміни їх похибки. На цьому графіку також наведена крива яка відображає середнє значення зміни похибки для цих трьох лічильників, яка отримана усередненням похибок для трьох вибраних для дослідження ПЛГ. Крім того пунктиром вказана паспортна крива похибок, яка виходячи з практичного і наукового досвіду авторів вивчення метрологічних характеристик ПЛГ сформована нами таким чином:

$$\begin{aligned} \delta_{Q_{\min}} = -2,7\%, \delta_{2Q_{\min}} = -0,8\%, \delta_{0,1Q_{\max}} = -0,3\%, \\ \delta_{0,2Q_{\max}} = 0,2\%, \delta_{0,5Q_{\max}} = 0,9\%, \delta_{Q_{\max}} = 0,4\%, \end{aligned} \quad (1)$$

де Q_{\min} , Q_{\max} - мінімальна і максимальна робочі витрати ПЛГ відповідно.

Співставлення експериментальних і паспортних кривих похибок дає можливість виявити закономірності зміни метрологічних характеристик ПЛГ при їх експлуатації.

Враховуючи неперіодичність закону зміни похибки ПЛГ здійснено апроксимаційне моделювання похибки ПЛГ для кожної з наведених на рис.1 кривих. Відносна витрата q подана як співвідношення робочого заданого значення витрати до максимальної витрати досліджуваного лічильника. При цьому для моделювання застосовувалися апроксимаційні поліноми 3 і 5 степенів, що дало можливість оцінити точність апроксимації виходячи із критеріїв середнього квадратичного відхилення похибки. Ілюстрація результатів апроксимаційного моделювання для паспортної кривої похибок наведена на рис.2, з якого видно особливості здійснення апроксимації.

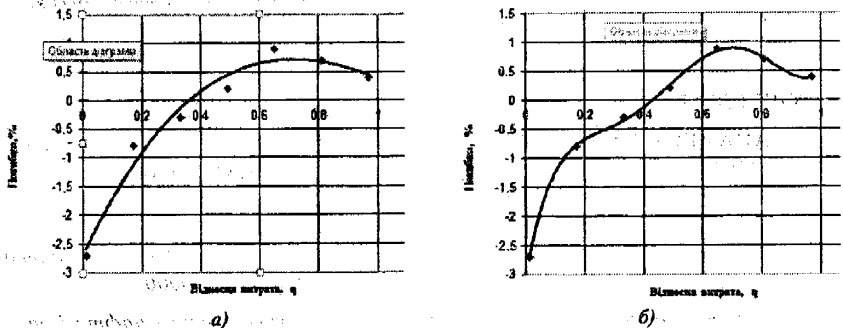


Рисунок 2 – Апроксимація кривої похибок ПЛГ поліномами 3-го (а) і 5-го (б) порядку

Результати апроксимації всіх 5-ти кривих і кількісні оцінки отриманого при цьому середнього квадратичного відхилення похибки подані в табл.1. Застосування поліномів вищого порядку є недоцільним, оскільки застосування полінома 5-го порядку практично забезпечує проходження кривої через всі точки отриманих похибок і похибка апроксимації за цих

умов є практично мінімальною.

Таблиця 1- Результати апроксимації похибок ПЛГ

Вид графіка похибки	Апроксимаційна залежність	Сума квадратів відхилень похибок, %
Лічильник №1	$\delta = -7.3 + 61.4q^4 - 108.0q^2 + 54.11q^8$	3.93
	$\delta = -8.41 + 115.76q^4 - 462.9q^2 + 874.4q^8 - 786.34q^6 + 267q^8$	0.003
Лічильник №2	$\delta = 0.39 + 10.65q^4 - 22.04q^2 + 11.39q^8$	0.196
	$\delta = 0.14 + 25.87q^4 - 131.69q^2 + 291.15q^8 - 297q^6 + 112q^8$	0.0032
Лічильник №3	$\delta = -2.83 + 33.80q^4 - 64.82q^2 + 35.12q^8$	2.05
	$\delta = 3.59 + 73.98q^4 - 330.5q^2 + 657.7q^8 - 606.11q^6 + 209.4q^8$	0.041
Паспортна характеристика	$\delta = -2.80 + 12.72q^4 - 12.40q^2 + 2.71q^8$	0.43
	$\delta = -2.88 + 221.6q^4 - 92.1q^2 + 243.5q^8 - 292.5q^6 + 123.1q^8$	0.301
Усереднена характеристика	$\delta = -5.95 + 56.15q^4 - 106.52q^2 + 59.33q^8$	7.18
	$\delta = -7.3 + 134.1q^4 - 632q^2 + 1305.9q^8 - 1234.8q^6 + 434.7q^8$	0.158

Наведені результати дають можливість математично описати закономірності зміни похибки ПЛГ і реалізувати методологію без демонтажної повірки ПЛГ за обмеженим діапазоном робочих витрат [2].

1. Лічильники газу роторні. Загальні технічні умови (EN 12480:2002, IDT): ДСТУ EN 12480:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – VI, 25 с. 2. Середюк О.Є. Наукові засади бездемонтажної повірки побутових лічильників газу за обмеженим діапазоном робочих витрат / О.Є. Середюк, Т.В. Лютенко, Б.І. Прудніков // Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах (ВКДТС-2015): Третя МНК, 27-29 жовтня 2015, Вінниця: зб. тез доп.- Вінниця: ВНТУ.-2015.- С.43-45.

УДК 620.179

АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ СТАНУ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПРОМИВАННЯ СВЕРДЛОВИНИ ПІНИСТИМИ РОЗЧИНАМИ

¹ Савик В. М., Молчанов П. О., Мамишов Н. К., ² Лях М. М.

¹ Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, пров. Першотравневий 24, м. Полтава, 36000

² Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

У зв'язку з тим, що переважна більшість устаткування для промивання свердловин побудована за старими державними та галузевими нормативними документами, що досить часто не відповідають сучасним вимогам до рівня безпеки та технічним можливостям, тому на даний час виникла необхідність у широкому застосуванні засобів комплексної діагностики, що попереджують пошкодження устаткування для промивання свердловин, засобів адекватної інтерпретації ситуації в умовах, за якими