

Б.М. Лисий, О.С. Сулима, Т.І. Лисенко

Державне підприємство "Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем"
(ДП НДІ "Система"), Львів, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

This article deals with how standardization and calibration of temperature and pressure MC ASCAER that allow basically solve the problem of metrological support and improve the measurement accuracy of fuel and energy resources.

Ключові слова: вимірювальний канал (ВК), метрологічне забезпечення (МЗ), автоматизована система комерційного обліку паливно-енергетичних ресурсів (АСКОПЕР), номінальна статична характеристика перетворення (НСХП).

Автоматизовані системи комерційного обліку паливно-енергетичних ресурсів (АСКОПЕР) являють собою сукупність вимірювальних передавальних та обчислювальних засобів і мають основні ознаки засобів вимірювань, діяльність по метрологічному забезпеченню яких регламентована відповідними нормативними документами. Метрологічне забезпечення АСКОПЕР має свої особливості, пов'язані з специфікою побудови. Як правило, такі системи комплектуються на місці експлуатації з конструктивно закінчених блоків та елементів, рознесених одне від одного на суттєві відстані.

Основним компонентом цих систем є вимірювальні канали (ВК), які являють собою частину системи, що виконує закінчену функцію від сприйняття вимірюваної величини до отримання результату вимірювань. Відомо, що вимірювальні канали поділяють на прості, які реалізують прямий метод вимірювань, і складні, що являють собою сукупність кількох простих вимірювальних каналів, сигнали, з виходу яких, після відповідної спільної математичної обробки, використовуються для отримання результатів непрямих, спільних та сукупних вимірювань [1]. Простий вимірювальний канал можна представити як послідовне з'єднання вимірювальних перетворювачів. Складний вимірювальний канал являє собою сукупність паралельних простих каналів та обчислювального компоненту, що реалізує алгоритми непрямих вимірювань [2].

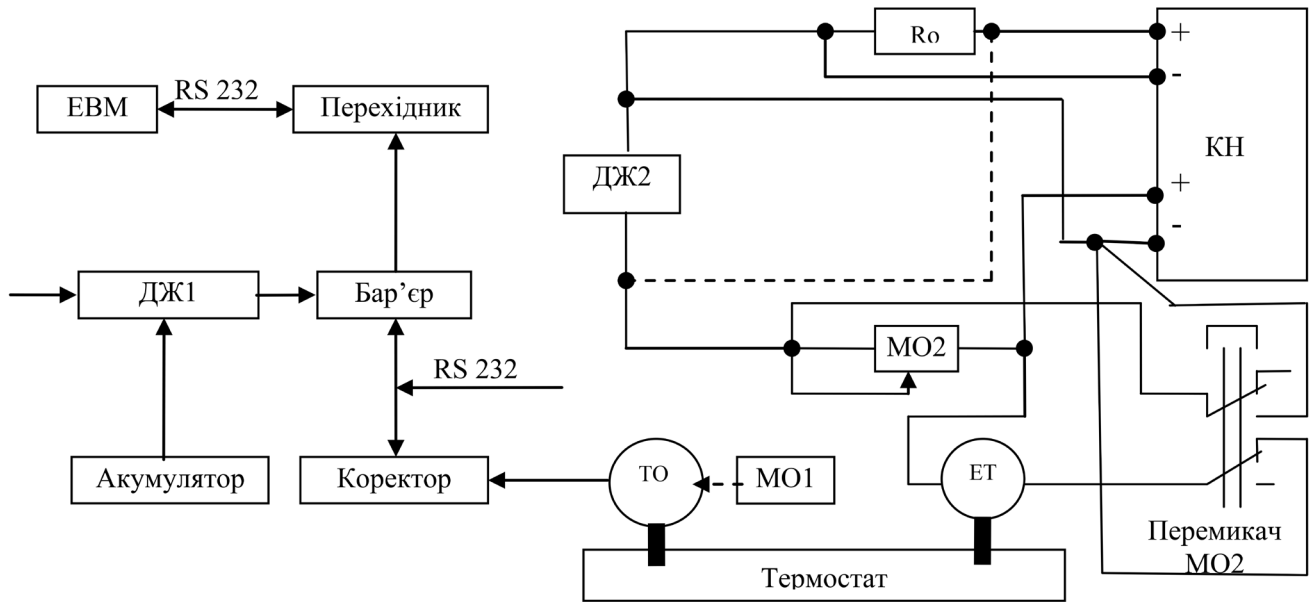
Одним з основних завдань метрологічного забезпечення АСКОПЕР є нормування та розрахунок метрологічних характеристик вимірювальних каналів. Якщо для простих вимірювальних каналів це завдання вирішується шляхом використання в якості вихідних даних нормованих метрологічних характеристик компонентів, що входять в вимірювальний

канал, то для складних вимірювальних каналів виникає додаткове завдання, пов'язане з алгоритмом обчислення непрямого вимірюваного параметра.

Приймаючи до уваги той факт, що АСКОПЕР складається з трьох рівнів, які взаємодіють між собою і виконують певні функції і ту особливість, що у рівень первинного вимірювання і перетворювання входять не тільки давачі витрати, тиску, перепаду тиску, температури, рівня, а й такі елементи, як обчислювачі та коректори. Виходячи з цього, потрібно констатувати, що у рівень обробки та моніторингу входить обчислювальний компонент системи.

Наявність інтелектуальних приладів, які являють собою обчислювачі на мікроконтролерах, дозволяють обчислювати, накопичувати і архівувати результати вимірювань в самому первинному приладі обліку і передавати їх в цифровому вигляді по одному з інтерфейсів комп'ютера «верхнього рівня» (HART, RS-485, RS-232 і т. п.). Така архітектура побудови АСКОПЕР ускладнює метрологічне забезпечення вимірювання витрат природних та технічних ресурсів. Крім цього метрологічне забезпечення ускладнюється наявністю в окремих давачах (тиску, перепаду тиску) таких систем нелінійної функції перетворення уніфікованих струмових сигналів 4–20 мА.

На основі вищезазначеного розглянемо приклад підвищення точності вимірювання температури та тиску середовища системою АСКОПЕР у випадку використання основного пристрою системи-комплексу "Флоутек-ТМ-3-6", який використовується для вимірювання параметрів, необхідних для обчислення витрат об'єму або маси середовища. Обчислення цих параметрів здійснюється згідно заданих розрахункових формул, а перевірка правильності обчислення витрати здійснюється шляхом заміни



ДЖ1, ДЖ2 — джерела живлення; КН — компаратор напруги; МО1, МО2 — магазини опорів; ЕТ — еталонний термометр (опору); R_o — еталонна котушка опору; ТО — термометр опору (робочий).

Рис. 1. Структурна схема проведення калібрування комплексу та виконання ним вимірювань температури

значень вимірюваних параметрів на константи, які задаються ручним способом.

Калібрування ВК тиску і температури здійснюється для досягнення необхідної точності вимірювань.

При перевірці можливості вводу в пам'ять коректора параметрів номінальної статичної характеристики перетворення (НСХП) температури в схемі рисунка 3, 4 технічної документації на "Флоутек-ТМ-3-6" необхідно ввести деякі коригування, що стосуються контролю встановлюваної температури. Пропоновані зміни вказаної схеми приведені на рис. 1.

При підключенні перемикачем МО1 знаходять дійсне значення опору чутливого елемента еталонного термометра і уточнюється температура в термостаті за допомогою контролю дійсного значення опору еталонного термометра. При кожній встановленій температурі в термостаті зрівноважують компаратор напруги (КН.) спочатку на R_{ET} , а потім за допомогою опору МО2 зрівноважують покази U_{MO2} (спадок напруги на МО2), при включеному перемикачі МО2. Із результатів цих вимірювань знаходять дійсне значення опору чутливого елемента еталонного термометра за формулою:

$$R_{ET} = R_{MO2} \frac{U_{ET}}{U_{MO2}} \quad (1)$$

де R_{MO2} — значення опору на декадних перемикачах МО2, взяті в момент зрівноваження ним U_{MO2} . На основі знайдених із формули (1) значень R_{ET} уточнюють по таблиці А2 [3], дійсне значення температури в термостаті.

Подальше калібрування комплексу можливе двома рівноцінними способами. Згідно першого,

значення відомого опору R_{MO2} переносять на МО1 і підносять до колектора системи та передають в систему для вимірювання попередньо визначеної температури.

Другий спосіб ґрунтується під'єднанням до компаратора напруг та ДЖ2 чутливого елемента робочого ТО, після чого замкнутим циклом вимірюють спадки напруг U_{ET} та U_{TO} , на основі чого визначають дійсне значення R_{TO} в контрольованих точках температури за формулою:

$$R_{TO} = R_{ET} \frac{U_{TO}}{U_{ET}} \quad (2)$$

де R_{ET} — значення опору еталонного термометра, визначене з формули (1).

На основі значень R_{TO} розрахованих із формули (2) по таблиці А2 [3] знаходять значення температури t_{TO} в термостаті, виміряне робочим термометром ТО. Знаходять абсолютну похибку робочого термометра [4] в контрольованих точках як:

$$\Delta t_{TO} = t_{TO} - t_{ET} \quad (3)$$

Потім проводять вимірювання та обчислення цих параметрів за допомогою HART-протоколу, та передачу їх в цифровому вигляді за допомогою одного із інтерфейсів ЕВМ верхнього рівня (HART, RS-232).

Для вимірювання і обчислення витрат газів (аргон, природний газ, кисень) в системі АСКОПЕР використовують, наприклад, коректор СПГ 762. Так, для підвищення точності вимірювання вказаних вище витрат необхідно провести корекцію діапазонів вимірювання кожного із параметрів вимірювання. Наприклад, корекція діапазону вимірювання перепаду тиску зводиться до визначення поправки

на крутизну характеристики відповідного давача перепаду тиску. Поправка, при цьому, вираховується шляхом ділення вимірюваного значення параметра на задане значення діапазону. Для точного визначення даної поправки необхідно на вхід давача перепаду тиску задати необхідний зовнішній вплив по величині введеного значення діапазону. Приймаючи до уваги даний факт і факт використання вхідної нелінійної математичної шкали добування кореня, на вхід необхідно задавати значення параметра до третього знаку після коми в міліамперах. Так, наприклад, для корекції половини діапазону вимірювання при значенні уніфікованих сигналів 4–20 мА потрібно на вхід давача перепаду тиску задати (подати) значення 15,310 мА, а для корекції 0,75 шкали подавати значення, що становить 17,856 мА. Ці значення необхідно виставити і при проведенні повірки (калібрування) ВК перепадів тиску та витрат в цілому.

Описані вище способи нормування та калібрування ВК температури та тиску АСКОПЕР дозволяють в основному вирішити проблему метрологічного забезпечення та проводити вимірювання витрат паливно-енергетичних ресурсів з високою точністю, яка підтвердилася при повірці та визначенні метрологічних характеристик ВК системи.

Висновки

1. Використання неінтелектуальних (вимірювальних перетворювачів) приладів та інтелектуальних приладів (обчислювачі, коректори з проведенням їх корекції та калібрування) дозволяють створювати гнучкі, багаторівневі автоматизовані системи комерційного обліку паливно-енергетичних ресурсів із сучасним метрологічним забезпеченням.

2. Використання описаних методів підвищення точності вимірювання температури, витрат (тиску, перепаду тиску), їх адаптація для автоматизованих систем комерційного обліку паливно-енергетичних ресурсів, які описані в цій статті, дозволяють збільшити достовірність і єдність вимірювань витрат, зменшення економічних втрат споживачів і продавців природних та технічних ресурсів.

3. Дані методи вимірювання дозволяють провести повірку (калібрування) ВК АСКОПЕР в робочих умовах і без демонтажу ПВП із об'єкта.

Список літератури

- [1] В. В. Паракуда, Б. М. Лисий, О. М. Кричевець, О. С. Сулима. Підвищення точності вимірювання електричної енергії та вдосконалення МЗ АСКОЕ. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія — 2014): наукові праці конференції. — Харків, 2014. — С. 130–133.
- [2] О. М. Кричевець. Метрологічне забезпечення обчислювальних компонентів вимірювально-інформаційних систем. Науково-виробничий журнал Метрологія та прилади. — Харків, 2012, № 2. — С. 37–42.
- [3] ДСТУ ГОСТ 6651:2014. Термоперетворювачі опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
- [4] Сулима О. С., Лисий Б. М. Особливості метрологічного забезпечення температурних вимірювань ВІС та АСК ТП термopарамі та резистивними давачами в робочих умовах експлуатації. Матеріали 17-го міжнародного молодіжного форуму. — Харків, 2013. — С. 342–343.

УДК 628.98

В. І. Корнага, Ю. Ю. Ковтун, Д. О. Калустова, О. С. Олійник, А. В. Рибалочка, В. М. Сорокін
Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАНУ, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ ГОНІОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

The work covers results of study of influence of goniometer configurations and the environment in which spatial distribution of luminous flux of LED devices measure on the measurement accuracy of the optical characteristics. The article presents methods and means of improving the measurement accuracy of luminous flux. Was performed the analysis of influence of different types of luminous intensity distribution curve (uniform, cosine, spot) of LED devices on the measurement accuracy of luminous flux.

Ключові слова: гоніометр, світловий потік, криві сили світла.