

ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ КАЛІБРУВАННІ МІРНИКІВ ЕТАЛОННИХ

Новосьолов О.А.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Захаров І.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІВТ,
м. Харків, Україна

e-mail: oleh.novosolov@nure.ua

The problem of calibration of working standards used during the verification of measuring equipment, which are in operation and used in the field of legally regulated metrology, is considered. The procedure for estimating the uncertainty of measurements when calibrating a standard 2-digit meter using the volumetric method is described - recording the measurement model, estimating the input and measured values, estimating the standard uncertainties of the input and measured values, and estimating the extended uncertainty. The measurement uncertainty budget was drawn up.

Однією з умов забезпечення єдності вимірювань є відповідність будь-якого засобу вимірювальної техніки усім вимогам відповідних нормативно-технічних документів.

Відповідно до другої частини статті 27 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [1] (далі – Закон), Міністерство розвитку економіки України своїм наказом від 10.08.2020 за номером № 1518 «Про затвердження Порядку калібрування вторинних та робочих еталонів» [2] (далі – Порядок) затвердило порядок калібрування вторинних та робочих еталонів. Цей Порядок установлює процедуру та умови калібрування вторинних та робочих еталонів, які використовують під час повірки засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації та застосовуються у сфері законодавчо регульованої метрології.

Згідно Порядку, калібрування робочих еталонів повинно проводитися за методиками калібрування, які містяться в національних стандартах або розроблені виконавцями з урахуванням національних стандартів, гармонізованих з відповідними міжнародними та європейськими стандартами, та документів, прийнятих міжнародними та регіональними організаціями з метрології. Наразі, калібрування робочих еталонів здійснюють акредитовані Національним агентством з акредитації України калібрувальні лабораторії та наукові метрологічні центри, які мають документально підтверджену простежуваність своїх еталонів до національних еталонів, еталонів інших держав або міжнародних еталонів відповідних одиниць вимірювання.

Порядок проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки (далі – ЗР ЗВТ), регламентовано наказом Міністерства економічного розвитку України від 08.02.2016 року за

номером № 193 «Про затвердження Порядку проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів», в якому встановлена вимога щодо відношення розширеної невизначеності (за довірчої ймовірності 95 %) значення величини, яку відтворює або вимірює еталон, до максимально допустимої похибки ЗР ЗВТ, що підлягає повірці, та яка має бути не більше ніж один до трьох.

На сьогоднішній день, калібрування робочих еталонів відбувається за методиками калібрування розробленими самими виконавцями, які проводять калібрування та оцінюють невизначеність вимірювань за своїм розумінням та на свій розсуд. Щоб переконатися в цьому, досить ознайомитися зі «Сферами акредитації» калібрувальних лабораторій, де заявлені найкращі калібрувальні та вимірювальні можливості (Calibration and Measurement Capability) лабораторій з калібрування одного і того ж типу робочого еталона відрізняються між собою в декілька разів. Такий підхід у забезпеченні єдності вимірювань, веде до хаосу у метрологічній діяльності.

Відсутність стандартизованих методик калібрування робочих еталонів не забезпечує єдності вимірювань у законодавчо регульованій сфері метрології та порушує вимоги частини третьої статті 27 Закону, тому що, калібрування та оформлення його результатів повинні проводитися відповідно до національних стандартів, гармонізованих з відповідними міжнародними та європейськими стандартами, та документів, прийнятих міжнародними та регіональними організаціями з метрології.

Відповідно до ДСТУ 8912:2019 «Метрологія. Колонки паливороздавальні для рідкого палива. Методика повірки» [3] в якості робочих еталонів для повірки такого важливого ЗР ЗВТ як колонка паливороздавальна для заправки автомобілів, застосовують мірники еталонні 2-го розряду згідно ДСТУ 7218:2011 «Мірники металеві еталонні. Методика повірки (калібрування)» [4], номінальної місткості 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 л, при цьому, розширена відносна невизначеність повинна не перевищувати 0,15 %. Цю вимогу слід розуміти так, що мірник 2-го розряду, наприклад, номінальною місткістю 10 л, забезпечує вимірювання об'єму 10 л з розширеною невизначеністю не більше 0,015 л. Але, згідно того ж [4] границі основної допустимої похибки мірників 2-го розряду за температури 20 °С мають бути $\pm (0,05 - 0,1) \%$. Тобто, найбільше значення невизначеності вимірювань об'єму 10 л мірником 2-го розряду номінальною місткістю 10 л перевищує його максимально допустиму похибку як мінімум в 1,5 рази.

По-друге, максимально допустима похибка деяких типів паливороздавальних колонок складає $\pm 0,25 \%$ і в цьому випадку, якщо брати до уваги найбільше значення невизначеності вимірювань 0,15 %, яке

повинен забезпечувати еталонний мірник і яке прописано у [3], необхідне співвідношення 1:3 не витримується.

Слід також зауважити, що у [4] відсутній розділ з оцінки невизначеності вимірювань при калібруванні мірників еталонних. Враховуючи обов'язковість калібрування застосовуваних при повірці робочих еталонів, зокрема мірників еталонних 2-го розряду, відсутність стандартизованої методики калібрування сприяє порушенню забезпечення єдності вимірювань в законодавчо регульованій сфері метрології, тому, [4] потребує актуалізації.

За [4] повірку мірників 2-го розряду проводять об'ємним або масовим методом, місткість мірників визначають два рази, як остаточний результат беруть середнє арифметичне отриманих значень. При калібруванні мірника 2-го розряду, для достовірного встановлення дійсного значення його місткості, кількість вимірювань повинна бути як мінімум 5 разів для можливості визначення грубих похибок і промахів при застосуванні статистичних критеріїв виділення аномальних спостережень.

В статті описано процедуру оцінювання невизначеності вимірювань під час калібрування мірника 2-го розряду об'ємним методом, який є методом прямого порівняння і може застосовуватися двома різними способами: наливанням питної води в попередньо змочений мірник з мірника 1-го розряду, як це застосовано у [4], або зливанням питної води з мірника, що калібрується, у мірник 1-го розряду.

На основі рекомендацій EA-4/02 M:2013 «Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration» [5] складено модельне рівняння вимірювань, оцінені входні та вимірювана величин, проведено оцінювання стандартних невизначеностей входних та вимірюваної величин, оцінена розширена невизначеність, складено бюджет невизначеності вимірювань.

Список використаних джерел:

1. Про метрологію та метрологічну діяльність : закон України від 05.06.2014 № 1314–VII.
2. Про затвердження Порядку калібрування вторинних та робочих еталонів : наказ Мінекономіки України № 1518 від 10.08.2020.
3. ДСТУ 8912:2019. Метрологія. Колонки паливороздавальні для рідкого палива. Методика повірки.
4. ДСТУ 7218:2011. Мірники металеві еталонні. Методика повірки (калібрування).
5. EA-4/02 M:2013. Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration. EA, 2013. 75 p.