

ВПЛИВ МЕТОДІВ ПОВІРКИ НА ВИБІР МОДЕЛІ ПРОЛИВНОЇ УСТАНОВКИ

Аналіз витрат енергоносіїв (холодна та гаряча вода) у різних сферах людської діяльності вказує на те, що незначне підвищення точності вимірювання витрат забезпечує значний економічний ефект.

У роботі проведено аналіз методів повірки вимірювальних перетворювачів витрат та корекції похибки для підвищення їх точності, що дозволить аргументувати вибір моделі проливної установки для проведення повірки засобу вимірювань.

Ключові слова: витратомір, лічильник витрат, перетворювач витрат, рідина, вимірювання, повірка, градування, точність, метрологічна характеристика, проливна установка.

Анализ расходов энергоносителей (холодная и горячая вода) в различных сферах человеческой деятельности указывает на то, что незначительное повышение точности измерения расхода обеспечивает значительный экономический эффект.

В работе проведен анализ методов поверки измерительных преобразователей расхода и коррекции погрешности для повышения их точности, что позволит аргументировать выбор модель проливной установки для проведения поверки средств измерений.

Ключевые слова: расходомер, счетчик расхода, преобразователь расходов, жидкость, измерение, поверка, градуировка, точность, метрологическая характеристика, проливная установка.

Cost analysis of energy (cold and hot water) in various spheres of human activity indicates that the slight increase accuracy of flow measurement provides a significant economic impact. The paper analyzes the methods of calibration of measuring transducers costs and error correction to increase their accuracy, which will choose the successful model of torrential installation for calibration of measuring instruments.

Keywords: counters, costs, expenses converter, liquid, measurement, verification, calibration, accuracy, metrological characteristics, torrential installation.

На даний час, вимоги які висуваються до раціонального використання природних ресурсів, дозволяють лічильникам води та тепла утримувати провідне місце серед інших видів приладів для вимірювання вищезгаданих витрат.

Аналіз ринку приладів для обліку, у тому числі й комерційного, споживаної води (холодної та гарячої) показав, що переважно у побуті та комунальному господарстві застосовують тахометричні лічильники, так як вони володіють високою точністю, швидкодією та значним діапазоном вимірювання.

Оскільки облікові покази таких лічильників використовують під час розрахунків, у комунальній сфері, між споживачем та постачальником послуг, то вони повинні зберігати свої метрологічні характеристики. Згідно Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність” [5], такі прилади підлягають обов’язковій повірці (міжповірочний інтервал складає 3...4 роки). Зауважимо, що в процесі проведення повірки необхідно встановити придатність лічильника до подальшого його застосування на підставі результатів контролю їх метрологічних характеристик (якщо метрологічні характеристики не виходять за допустимі межі, лічильник визнається придатним).

Повірка, а також дослідження метрологічних характеристик приладів для обліку води виконується на робочих еталонах – проливних установках [1]. У свою чергу така установка повинна володіти можливістю простого задання будь-якого значення витрат вусьому діапазоні меж вимірювання вимірювального перетворювача, який повіряють. Втої же час, межі вимірювання зразкового засобу повинні перевищувати межі вимірювання перетворювача витрат, який повіряють (відношення похибки зразкових і робочих засобів вимірювання (витратомірів) повинно бути не більшим 1:3 [2]). Відповідно до нормативної бази лічильники води повинні забезпечувати вимірювання маси (об’єму) теплоносія з відносною похибкою не більше 2% в діапазоні витрат води і конденсату від 4 до 100% [3]. Акцентуючи увагу на вищезгаданому, бачимо, що точність зразкових засобів вимірювань не може бути нижчою за 0,67%.

Як зазначалось вище, повірка та градування лічильників (витратомірів) води здійснюється на повірочних стендах в основу роботи яких покладено наступні методи [4, 7]:

- імітаційний;

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

- об'ємний;
- порівняння;
- масовий.

Розглянемо, більш детально, кожен із зазначених методів та визначимо їх переваги та недоліки, що в подальшому дасть змогу зацентувати увагу на одному із методів підвищення точності вимірювання.

Імітаційний метод перевірки полягає у створенні еквівалентного вихідного сигналу первинного перетворювача (у його основу покладено фізичні закономірності, які відбуваються у перетворювачі, який повіряють). Наприклад, для перевірки перетворювача витрат застосовують поелементну перевірку його складових частин.

До переваг даного методу слід віднести:

- невисока вартість;
- простота у виготовленні та обслуговуванні;
- висока продуктивність.

Недоліки методу:

- вузька спеціалізація методу вимірювань та конструктивні особливості, що закладеноу тип перетворювачів, які повіряють;
- неможливим є відтворення основних складових потоку (довжина прямої ділянки, температура і тиск у трубопроводі, термодинамічна характеристика води, електрохімія, блукаючі струми, електромагнітні перешкоди) під час експлуатації перетворювачів, які повіряють;
- низька точність і непередбачуваність (розкид) результатів вимірювань.

Даний метод варто застосовувати під час градування та перевірки перетворювачів витрат групи приладів, які засновано на фізичних явищах (теплові, електромагнітні, акустичні, оптичні, ядерно-магнітні та іонізаційні) в умовах масового виробництва за умови чітко відпрацьованої і стабільної технології їх виготовлення.

Об'ємний метод перевірки передбачає застосування зразкових мірних баків та запірною клапана, який працює в режимі керування. Даний метод базується на обчисленні різниці між показамивитратоміра, який повіряють та об'єму мірного бака (об'єм рідини, яка заповнює зразкову ємність, подають через прилад, який повіряють).

Вище згаданий метод, у порівнянні із імітаційним, прийнято застосовувати під час перевірки та градування швидкісних витратомірів та лічильників витрат, в основу принципу вимірювання яких покладено вимірювання швидкості контрольованого потоку рідини (електромагнітні, ультразвукові, турбінні, крильчасті та вихорові перетворювачі витрат).

Під час проведення перевірки необхідно врахувати наступні чинники, які дозволять оптимально застосовувати проливу установку:

- прискорення та сповільнення потоку води в початковому і завершальному періодах заповнення мірника;
- температура, тиск, склад води (насиченість розчинними танерозчинними газами) і термодинамічні її характеристики в трубопроводі, де розташовано перетворювач витрат, який повіряють;
- просторове положення мірника, спосіб зливання води в мірник, температура та тиск навколишнього середовища, а також температура, тиск і склад води, яка заливається до мірника.

До переваг даного методу слід віднести:

- невисока вартість;
- простота у виготовленні і обслуговуванні.

Недоліки методу:

- низька точність вимірювання;
- непередбачуваність результатів вимірювань.

Даний метод необхідно широко застосовувати під час градувань приладів для вимірювання об'ємних витрат, у яких нормовані межі похибки не менше 2%.

Масовий метод перевірки (метод статичного зважування) засновано на застосуванні зразкових ваг та запірною клапана, який працює в режимі керування. Даний метод акцентує увагу на обчисленні різниці маси пролітої, через витратомір, який повіряють, води у ємність. Такий метод є універсальним, точним але дорогим.

До переваг даного методу слід віднести:

- висока потенційна точність вимірювання нормованого потоку;
- швидкодія проведення вимірювань;
- повторюваність результатів вимірювань.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Недоліки методу:

- прискорення тасповільнення потоку в трубопроводі, під час проходження визначеного об'єму води, вносить суттєву похибку в результат вимірювань перетворювача витрат, який повіряють;
- температура, тиск, склад та термодинамічні характеристики води в трубопроводі, де розташовано прилад, який повіряють;
- необхідність точного збігу фіксованого, вимірювальною апаратурою, часу проходження води з часом фактичного наповнення;
- складність конструкції установки і, як наслідок, її висока вартість;
- одним із основних джерел формування похибки є конструктивні та технологічні особливості системи відхилення потоку, яка повинна мати ідентичні характеристики в обох напрямках.

Метод повірки шляхом порівняння значень заснований на порівнянні показів перетворювача витрат, який повіряється та має відому градувальну характеристику з показом зразкового витратоміра. Даний метод є універсальним та найбільш простим для проведення градувальної повірки перетворювачів витрат.

Оптимально застосовувати проливні установки, які побудовано на даному методі можливо у тому випадку коли будуть враховані наступні чинники:

- робочі умови експлуатації проливної установки передбачають застосування зразкових витратомірів з межами похибки не менше 0,25%;
- довжина прямої ділянки, неспіввісність, виступи, температура, тиск та термодинамічні характеристики води в трубопроводі, де розташовано перетворювач витрат, який повіряють.

До переваг даного методу слід віднести:

- невисока вартість виготовлення установки та перевірки;
- простота виготовлення;
- можливість одночасної повірки великої кількості перетворювачів витрат;
- висока адекватність результатів вимірювання.

Недоліки методу:

- за великого динамічного діапазону точність вимірювань можна забезпечити, в більшості випадків, лише окремими зразковими витратомірами, які розраховано на різні витрати (у даному випадку такі прилади необхідно з'єднувати паралельно та відокремлювати запірною арматурою);
- зразкові витратоміри необхідно відградувати за оптимальним діапазоном вимірювань, що гарантує їх високу точність;
- обов'язковим є застосування пристроїв демпфування (вирівнювання) потоку.

Найбільш часто даний метод необхідно широко застосовувати під час градувань приладів для вимірювання об'ємних витрат, у яких нормовані межі похибки не менше 1%.

Враховуючи те, що прилади для вимірювання витрат, які застосовують з метою енергозбереження в комунальних господарствах та промисловості, а також вимірюванні комерційних витрат, формують витратоміри і лічильники витрат з наведеною похибкою вимірювання не більшою за 2% та простоту й універсальність методу повірки, очевидно є необхідність у створенні зразкових витратомірів високої точності, які використовувалися б на проливних установках, що працюють за методом порівняння показів, для подальшої їх метрологічної повірки.

Традиційно, для зменшення похибки результату вимірювань, на практиці, застосовують наступні методи підвищення точності:

- методи, які засновані на підвищенні стабільності роботи перетворювачів витрат рідини;
- методи підвищення загальної точності виготовлення (складання) їх конструкцій;
- методи, які враховують під час виготовлення конструкції найбільш стабільні матеріали.

Окрім цього, для підвищення точності вимірювань, необхідно враховувати і зміни, які відбуваються в умовах роботи витратоміра або лічильника кількості, а статистичні методи розрахунків використовувати для обробки результатів вимірювань.

Однією з умов, яка висувається до створення (розробки) сучасних перетворювачів витрат є використання у них автоматичної корекції похибок. Застосування такої корекції відбувається лише у тому випадку, коли в наявності є величина, яка дозволяє реалізувати коригуючу дію на засіб вимірювання (корегуючий вплив прийнято створювати за допомогою неінформативного параметру вхідного сигналу або величини, яка є пропорційною похибці засобу вимірювання). Для забезпечення інваріантності автоматичної корекції вводять додатковий канал або додатковий цикл перетворень. Для отримання коригуючого сигналу, як правило, застосовують наступні методи [6]:

- метод допоміжних вимірювань;

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

- метод зворотнього перетворення;
- метод зразкових сигналів.

За методом допоміжних вимірювань коригуючі сигнали визначають під час роботи вимірювального пристрою шляхом визначення кожного із чинників, після чого їх номінальні значення виключають з відповідних результатів вимірювань. За різницею варто встановити зміну статичної реальної функції перетворення вимірювального пристрою, яка, в подальшому, дозволить виключити таку похибку.

Серед переваг даного методу варто відзначити, що вимірювання та корекція здійснюється одночасно та безперервно за різними каналами, а робочий діапазон частот коректуючого вимірювального пристрою не залежить від характеристик системи корекції.

До недоліків даного методу слід віднести наступне:

- коректується не сумарна похибка вимірювального пристрою, а тільки її складова, яка значно відрізняється від своїх номінальних значень;
- для вимірювання кожного із чинників, вплив змін яких необхідно коригувати, прийнято застосовувати окремий, допоміжний, вимірювальний пристрій;
- необхідно володіти інформацією про функцію залежності похибки вимірювального пристрою від загального впливу усіх чинників, а також у наявності необхідно мати обчислювальний пристрій для визначення значення цієї функції.

В методі зворотнього перетворення сигналу, який керує процесом корекції, за основу взято похибку вимірювального пристрою, тобто різниця між номінальним і дійсним значеннями вхідної величини. Для відтворення номінального значення вимірюваної величини застосовують так званий “зворотній перетворювач”, у якому статична реальна функція перетворення збігається з функцією, зворотної номінальної характеристики перетворення.

До переваг згаданого методу відносять:

- корекцію сигналу здійснюють безперервно під час роботи;
- коригування похибки будь-якого походження.

До недоліків:

- точність корекції залежить від точності зразкового зворотнього перетворювача, тому необхідною є його висока точність, що складно реалізувати на практиці;
- робочий діапазон частот вимірювального пристрою залежить від динамічних характеристик зворотнього перетворювача та систем самоналаштування або автоматичного введення поправок.

За методом зразкових сигналів похибку вимірювального пристрою, визначають як різницю між дійсним і номінальним значеннями вихідного сигналу вимірювального пристрою, які відповідає зразковому сигналу.

Під час корекції похибок цифрових вимірювальних пристроїв, отримання номінальних значень коригуючого сигналу, у вигляді цифрового коду, не являє складності, тому даному методу корекції надана перевага під час застосування його для підвищення точності цифрових вимірювальних пристроїв.

Серед основних властивостей такого методу слід зазначити наступні:

- у схемі вимірювального перетворювача з системою корекції, необхідним є тільки один точний елемент – джерело зразкових сигналів (такі сигнали повинні володіти такими ж характеристиками, що й вхідна величина);
- похибка коректується в дискретних точках діапазону вимірювання вимірювального пристрою (число таких точок може бути досить великим);
- режим вимірювання вимірювального пристрою періодично зупиняється (переривається) для здійснення корекції за зразковим сигналом.

З наведеного вище аналізу випливає, що з існуючих структурних методів корекції похибок, які можна використовувати для вимірювальних перетворювачів повірочних установок, найбільш вдало підходить метод введення додаткового каналу, який дозволить отримати коригуюче значення зразкового сигналу, а саме, зразкового потоку, який має такі ж характеристики, як і сама вимірювана величина.

Узагальнюючи вищевикладене можна констатувати наступне:

- одним із резервів економії енергоресурсів є підвищення точності контролю витрат рідких середовищ, а відповідно, для розробки та впровадження приладів і систем контролю необхідним є обладнання для метрологічної повірки та атестації вимірювальних перетворювачів витрат;
- найвища точність передачі одиниць вимірювання витрат від зразкового перетворювача витрат до того, який повіряється, забезпечується методом з єдиним потоком, що реалізується за

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

допомогою проливної установки, яка у свою чергу заснована на методах порівняння показів, так як у ній найбільш змістовно розкривається процес контролю за повіркою, а в порівнянні із імітаційною, застосовано потік рідини;

- для підвищення точності вимірювальних перетворювачів доцільно застосовувати метод корекції за еталонним потоком.

Зроблені висновки дозволять конструкторам, під час проектування проливних установок, скоротити час на вибір методу повірки та підвищити точність вимірювальних перетворювачів витрат, які входять до їх складу у якості зразкових:

1. Андронов И.В. Измерение расхода жидкостей и газов. – М.: Энергоиздат, 1990. – 256 с.
2. Бирюков Б.В., Данилов М.А., Кивилис С.С. Испытание расходомеров. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 238 с.
3. Бобровников Г.И., Камышев Л.А. Теория и расчет турбинных расходомеров. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 128 с.
4. ГОСТ 8.156-83. Счетчики холодной воды. Методы и средства поверки. / Межгосударственный стандарт. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 22 с.
5. Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність” від 11.02.1998 № 113/98-ВР
6. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 701 с.
7. МИ 1592-99. Методика поверки. / Счетчики воды. – Казань: ГНМИ-ВНИИР, 1999. – 56 с.