

УДК 006.91:681.122

І.С. Петришин, П.Я. Джочко, Т.І. Присяжнюк, О.А. Бас

ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», Івано-Франківськ

## **ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ПРОСТЕЖУВАНOSTІ ОДИНИЦЬ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ НА РЕАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

*Анонсується питання актуальності створення первинного еталона одиниці об'єму та об'ємної витрати газу на високому тиску з використання природного газу, як робочого середовища. Обумовлюється необхідність розрахунку невизначеності відтворення одиниці, з метою проведення звірень первинного еталона та визнання на міжнародному рівні і занесення його до бази даних ключових звірень ВІРМ (КСДВ).*

**Ключові слова:** *первинний еталон, об'єм, об'ємна витрата, простежуваність, невизначеність, відтворення, передавання.*

### **Вступ**

Метрологічне забезпечення вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу в Україні базується на

передачі одиниці від Державного первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу ДЕГУ 03 – 01 – 96 до робочих ЗВТ, яке регламентується [1], здійснюється лише на повітрі при атмосферному

тиску. Разом з тим робляться важливі кроки щодо створення в Україні потужної випробувальної технічної бази, з метою забезпечення проведення контролю метрологічних характеристик лічильників природного газу на реальному середовищі. Зокрема, проходить ґрунтовну модернізацію установка РПДУ–41 пг. Планується її атестація та введення в експлуатацію в метрологічному статусі вихідного еталона України одиниць об'єму та об'ємної витрати природного газу високого тиску. Діапазон відтворюваних об'ємних витрат установки становитиме: від 250 до 4000 м<sup>3</sup>/год при робочому тиску від 0,2 до 1,2 МПа. Заявлені метрологічні характеристики наступні: границі відносних похибок результатів вимірювань: по об'єму газу – СКВ = ±0,15 %; НСП = ±0,21 %, по об'ємній витраті газу – СКВ = ±0,2 %; НСП = ±0,21 %.

Крім того, уже декілька років планується повноцінний запуск метрологічного центру «Боярка». Статус метрологічного центру поки що невідомий, оскільки «Боярка» фактично мала стати «метрологічною опорою» країн Східної Європи при встановленні балансів та проведенні розрахунків кількості природного газу між нами та країнами Євросоюзу. Що ж стосується метрологічних характеристик первинних еталонів метрологічного центру, які, як зазначається, будуть використовувати природний газ як робоче середовище, то вони повинні визначатись застосовуючи концепцію невизначеності. Така необхідність виникає з декількох причин, по-перше: розрахунок метрологічних характеристик еталонів повинен проводитись відповідно до чинних в Україні стандартів [2, 3], де вказується, що разом з представленням характеристик у вигляді загальноприйнятих НСП та СКВ повинна вказуватись невизначеність вимірювання; по-друге, як відомо, в країнах західної Європи для представлення характеристики засобу вимірювальної техніки використовується тільки поняття невизначеності, отже для зведення відповідного балансу при обліку природного газу необхідне застосування єдиного підходу – концепції невизначеності. На жаль, стосовно еталонної бази метрологічного центру «Боярка» необхідно констатувати, що до цього часу поки що не було проведено ні процедури атестації, ні процедури звірення з Державним первинним еталоном одиниць об'єму та об'ємної витрати газу, з метою гармонізації одиниць в межах України. Вказуючи на Державний первинний еталон одиниць об'єму та об'ємної витрати газу доцільно зазначити, що після проведених звірень в рамках організації КООМЕТ, еталон підтвердив свої метрологічні характеристики на рівні кращих світових еталонів витрати газу і був занесений до міжнародної бази СМС – рядків з невизначеністю 0,1 %.

Разом з тим, доцільно зазначити, що нормативні документи на лічильники газу, зокрема [4, 5], дозволяють проводити калібрування при тисках близьких до атмосферного для лічильників, що працюють при тисках до 0,4 МПа. Використання цих лічи-

льників при інших робочих умовах зумовлює появу не прогнозованих додаткових похибок вимірювання об'єму газу.

Відповідно, враховуючи наявні обмеження, світові тенденції та ситуацію, що склалась в Україні гостро постає питання необхідності вдосконалення еталонної бази України. Можна зробити висновок, що є необхідність створення первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на високому тиску з використання природного газу, як робочого середовища з діапазоном відтворюваних витрат нижчим від 250 м<sup>3</sup>/год (нижня межа об'ємної витрати установки РПДУ – 41 пг).

ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» як Головна організація з вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу лічильниками та витратомірами-лічильниками активно займається цим актуальним питанням. На даний час виконується дослідно-конструкторська робота «Створення первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на реальному середовищі в діапазоні витрат від 4 м<sup>3</sup>/год до 200 м<sup>3</sup>/год».

Проведений аналіз світового досвіду побудови первинних еталонів для відтворення одиниці об'ємної витрати газу на реальному середовищі при високих тисках показав, що за принципом дії еталонні установки, що можуть працювати на природному газі можна поділити на: дзвонового типу, РVТt типу, гравіметричного типу, поршневого типу та комбінованого типу, тобто поєднання цих типів.

## Основна частина

На сьогодні найточнішим еталоном, що працює при високому тиску є установка Pigsar – первинний еталон Німеччини об'єму та витрати газу при високому тиску. Основа установки – еталон поршневого типу, який використовується для калібрування трансферного еталонного лічильника газу типорозміром G250. Поршнева установка відтворює одиницю об'ємної витрати з невизначеністю 0,064 %. Схему простежуваності засобів вимірювання об'ємної витрати газу при високому тиску в Нідерландах очолює еталон також поршневого типу – Gas–Oil Piston Prover (газо–рідинний поршневий прuver). Невизначеність відтворення одиниці об'ємної витрати газу складає 0,07 %.

Відразу слід внести деякі поправки що стосується характеристики невизначеності зазначених еталонів. Основна метрологічна характеристика, що вказується – це параметр «невизначеність відтворення». Для країн СНД важко відразу ототожнити поняття «невизначеність відтворення» з параметрами НСП і СКВ, які є основними характеристиками еталонів, згідно з [3]. Під поняттям «невизначеність відтворення» мається на увазі невизначеність вимірювання геометричних параметрів еталонів, а саме циліндрів з поршневими розділювачами, тобто значення невизначеності з якою відтворюється калібруваний об'єм газу. Що ж стосується невизначеності

передавання одиниці об'ємної витрати газу, то вона становить на порядок більше значення. Наприклад, для установки Pigsar, де лічильник атестується з використанням еталонних лічильників, які отримали одиницю від первинного поршневого еталона, невизначеність передачі одиниці становить 0,15 %; схема простежуваності засобів вимірювання об'ємної витрати газу на високий тиск Нідерландів передбачає передавання одиниці з невизначеністю 0,15 – 0,18 %. Таку відмінність понять та застосування різних підходів потрібно враховувати при розрахунку розширеної невизначеності відтворення і передавання одиниці об'єму та об'ємної витрати газу первинним еталонам на реальному середовищі.

При атестації первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на реальному середовищі та, відповідно, при розрахунку невизначеності відтворення та передавання зазначених одиниць слід використовувати еталонні засоби, запозичені з інших повірочних схем, які в свою чергу повинні отримати одиницю від первинних еталонів з відповідною невизначеністю. На жаль, поки що не всі первинні еталони України пройшли процедуру звірення з еталонами інших держав і не занесені в базу даних ключових звірень ВІРМ (СМС – рядки), тобто не підтвердили рівень еквівалентності по відношенню до первинних еталонів інших країн. Як відомо, в європейських метрологічних центрах вважається, що еталон підтвердив свій рівень еквівалентності при заявленому значенні невизначеності тоді, коли були проведені звірення з аналогічними еталонами інших держав. Зараз в Україні робляться спроби подолати такий бар'єр шляхом забезпечення простежуваності результату вимірювання через застосування процедури калібрування, яка відповідно до чинного стандарту [6], зовсім не відповідає міжнародному поняттю, зазначеному у [7]. Саме тому проводиться акредитація випробувальних та калібрувальних лабораторій на відповідність [8], де однією з ключових вимог є наявність сертифікатів калібрування на засоби вимірювальної техніки з характеристикою невизначеності, які простежуються до визнаних первинних еталонів занесених до бази даних ключових звірень ВІРМ.

## Висновки

Зважаючи на вищезазначене можна прийти до висновку, що для міжнародного визнання первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу на реальному середовищі необхідно при його атестації визначити відповідність одержаних метрологічних характеристик, оцінити невизначеність результату вимірювання при відтворенні одиниць об'єму та об'ємної витрати газу, запозичивши досвід Німеччини та Нідерландів. Разом з тим, виникає необхідність побудови принципово нової ієрархії передачі одиниці об'єму та об'ємної витрати природного газу при робочих умовах вимірювання з викорис-

танням реального газового середовища при відповідних тисках, тобто нової схеми метрологічної простежуваності. Для цього перш за все необхідно визначити кількість ступенів передачі одиниці з метою передавання її від первинного еталона до вторинних та робочих еталонів, а від них до робочих ЗВТ – лічильників та витратомірів природного газу. Разом з тим, для усіх ступенів передачі одиниці необхідно вказувати невизначеність вимірювання [9], а не тільки для первинного та вторинних еталонів, як цього вимагає чинний стандарт [2]. Така необхідність обумовлена тим, що зараз все активніше впроваджується облік природного газу на магістральних трубопроводах з використанням лічильників, зокрема ультразвукових, які поки що встановлюються послідовно з діафрагмами. Відповідно, при розрахунку об'ємів транспортованого газу до країн Європи необхідно буде застосовувати практику індивідуального калібрування лічильника газу та оцінку невизначеності результатів вимірювання.

## Список літератури

1. ДСТУ 3383:2007 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу. – К., Держспоживстандарт України, 2007. – 10 с.
2. ДСТУ 3231:2007 Метрологія. Еталони одиниць вимірювань. Державні, первинні та вторинні. Основні положення, порядок розроблення, затвердження, реєстрації, зберігання та застосування. – К., Держспоживстандарт України, 2008. – 24 с.
3. ДСТУ ГОСТ 8.381:2008 (СТ СЭВ 403 – 76)ГСОЕИ. Еталони. Способи вираження погрешностей. – М., Государственный комитет СССР по стандартам, 1980. – 10 с.
4. ДСТУ EN 12261:2006 Лічильники газу турбінні. Загальні технічні умови (EN 12261:2002, IDT). – К., Держспоживстандарт України. – 39 с.
5. ISO 17089-1:2010 Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic meters for gas – Part 1: Meters for custody transfer and allocation measurement. Geneva, 2010 – P. 108.
6. ДСТУ 3989 – 2000 Метрологія. Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення та оформлення результатів. – К., Держспоживстандарт України, 2000. – 28 с.
7. ISO/IEC Guide 99:2007 International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM). – Geneva, 2007 – P. 104.
8. ДСТУ ISO/IEC 17025-2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:1999, IDT). – К., Держспоживстандарт України, 2007. – 26 с.
9. ДСТУ OIML D 5:2007 Метрологія. Повірочні схеми для засобів вимірювальної техніки. Правила розроблення (OIML D 5:1982, IDT). – К., Держспоживстандарт України, 2010. – 12 с.

Надійшла до редколегії 19.02.2013

**Рецензент:** канд. техн. наук Т.В. Кепешук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ.

**ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ  
ЕДИНИЦ ОБЪЕМА И ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ГАЗА НА РЕАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

И.С. Петришин, П.Я. Джочко, Т.И. Присяжнюк, А.А. Бас

*Анонсируется вопрос актуальности создания первичного эталона единицы объема и объемного расхода газа на высоком давлении при использовании природного газа, как рабочей среды. Обуславливается необходимость расчета неопределенности воспроизведения единицы, с целью проведения сличений первичного эталона, признания на международном уровне и включения в базу данных ключевых сличений BIPM (KCDB).*

**Ключевые слова:** *первичный эталон, объем, объемный расход, прослеживаемость, неопределенность, воспроизведения, передача.*

**APPLYING THE UNCERTAINTY CONCEPT FOR METROLOGICAL TRACEABILITY OF THE VOLUME AND  
FLOW RATE UNITS OF GAS IN THE REAL ENVIRONMENT**

I.S. Petrushun, P.Y. Djochko, T.I. Prisyajnyuk, O.A. Bas

*The question of the relevance of creation the primary standard of the volume and flow rate of gas at high pressure with natural gas as the working medium is announcing. Necessity calculation of uncertainty unit reproducibility is conducting to compare the primary standard, international recognition and inclusion in the BIPM base key comparisons (KCDB).*

**Keywords:** *primary standard, volume, volume flow, traceability, uncertainty, reproducibility, transfer.*