

УДК 681.121

М. Кузь, канд. техн. наук

Івано-Франківський університет права імені Короля Данила Галицького

## ГІДРАВЛІЧНИЙ РОБОЧИЙ ЕТАЛОН ОБ'ЄМУ ГАЗУ

**Резюме.** Акцентовано, що розмір одиниці об'єму та об'ємної витрати газу доцільно було б отримувати від Державного первинного еталона одиниць об'ємної та масової витрати рідини та газу й об'єму та маси рідини та газу, еталонів передавання, вторинного еталона чи робочих еталонів. Для реалізації можливості передавання розміру одиниці об'єму газу лічильникам та витратомірам газу від еталонів з Державної повірочної схеми для засобів вимірювання об'ємної та масової витрати рідини й об'єму та маси рідини, що протікає по трубопроводу, запропоновано внести зміни в конструкцію робочого еталона на базі мірника об'єму газу з рідинним розділювачем шляхом додаткового обладнання набором еталонних витратомірів рідини, що дозволить прямим методом вимірювати об'єм рідини, яка переливається із компенсуючої в мірну ємність, чим забезпечується більша точність вимірювання об'єму розділювальної рідини у порівнянні з відомими аналогами. Використання розробленого робочого еталона дасть змогу здійснювати передавання розміру одиниці об'єму та об'ємної витрати в рамках одного виду вимірювань – від еталонних витратомірів рідини до лічильників та витратомірів газу.

**Ключові слова:** повірочна схема, робочий еталон, об'єм газу, еталонний витратомір рідини

M. Kuz

## HYDRAULIC WORKING STANDARD OF GAS VOLUME

**Summary.** The transmission of gas volume and volume flow unit to gas meters and flow meters is implemented from State primary standard of volume and volume flow units of gas with the help of transmission standards, secondary or working standards. Measurement of gas volume and volume flow is a type of measurement of volume and mass flow of liquid and gas, volume and mass of liquid and gas. That's why volume and volume flow unit of gas should be provided by State primary standard of volume and mass flow units of liquid and gas, volume and mass of liquid and gas, transmission standards, a secondary standard or working standards. To realize the possibility of transmission of gas volume unit to gas meters and flow meters from standards of State calibration scheme for measurement of volume and mass flow of liquids, volume and mass of liquids flowing through the pipeline it is proposed to insert changes into the construction of working standard on the basis of a measuring instrument of gas volume with a liquid separator by additional installment of a set of standard flow meters of liquid that will enable to measure the volume of liquid pouring from a compensating into measuring capacity by a direct method. It ensures a greater exactness in the process of measurement the volume of separate liquid in comparison with known analogues when the given physical quantity is measured by indirect methods (level of liquid, geometric parameters of gas measuring instrument), which are always less exact because of great number of component errors in measurements. Moreover, a set of standard flow meters of liquid will provide widening of measuring flow range of separate liquid and, consequently, flow range of gas by which gas meters will be calibrated. In hydraulic working standard of gas volume the 1-st type standard flow meters of liquid included into calibration scheme for measurement of volume and mass flow of liquid, volume and mass of liquid are used. Using the developed working standard will enable the implementation of volume and volume flow unit transmission within one type of measurement – from standard flow meters of liquid to meters and flow meters of gas. The development of metrological support of the proposed working standard and its metrological model will be the subject of further researches.

**Key words:** calibration scheme, working standard, volume of gas, standard flow meter of liquid

**Постановка проблеми.** Передавання розміру одиниці об'єму та об'ємної витрати газу лічильникам та витратомірам газу, згідно з [1] здійснюється від Державного первинного еталона одиниці об'єму та об'ємної витрати газу за допомогою еталонів передавання, вторинних та робочих еталонів. У даній повірочній схемі наявні також вісім видів робочих еталонів, що запозичені з інших повірочних схем, і тільки один вид з них – еталонні мірники рідини 1 та 2 розрядів [2] відносяться до того ж виду вимірювань. Однак ці еталони використовуються не для передавання розміру одиниці

об'єму та об'ємної витрати газу, а для атестації, в основному, геометричних параметрів робочих еталонів об'єму газу.

Фрагмент повірочної схеми [1], на якому зображене поле робочих еталонів, запозичених з інших повірочних схем, наведено на рис.1.

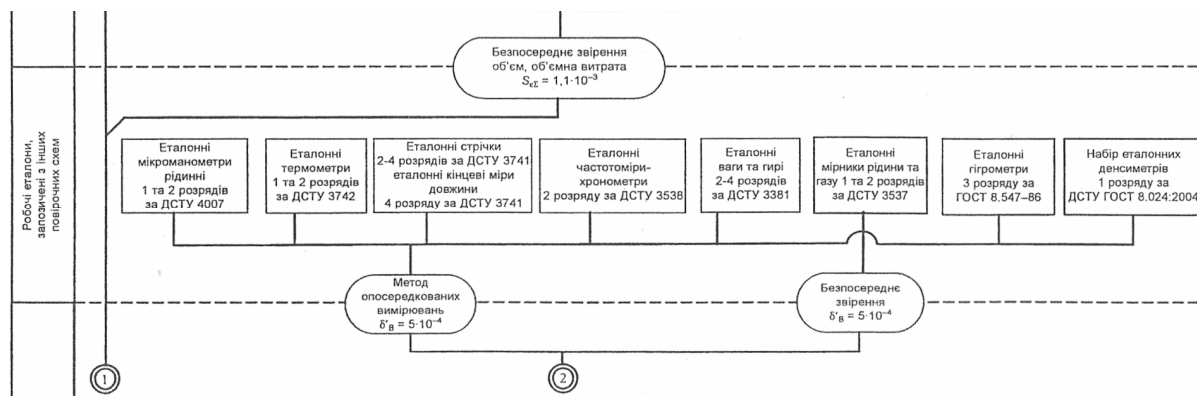


Рисунок 1. Фрагмент повірочної схеми [1] із зображенням поля робочих еталонів, запозичених з інших повірочних схем

Figure 1. Fragment of hierarchy scheme [1], featuring a field operating standards borrowed from other calibration schemes

Вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу є підвидом вимірювання об'ємної та масової витрат рідини та газу й об'єму та маси рідини та газу, тому розмір одиниці об'єму та об'ємної витрат газу доцільно було б отримувати від Державного первинного еталона одиниць об'ємної та масової витрат рідини та газу й об'єму та маси рідини та газу, еталонів передавання, вторинного еталона чи робочих еталонів з повірочної схеми [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботі [4] запропонована конструкція робочого еталона об'єму газу на базі газового мірника з рідинним розділювачем, який складається з мірної і напірної ємностей, з'єднаних переливним трубопроводом. Причому мірна ємність має трубопроводи для під'єднання лічильника, що повіряється, та з'єднання з атмосферним простором через клапани перетворювачів тиску і температури регулюючої засувки. За своїми фізичними властивостями газовий мірник може відтворити тільки одиницю об'єму газу і не може забезпечити повірку витратомірів газу та лічильників газу за різних значень витрат, що регламентується всіма чинними методиками повірки.

Робочий еталон на базі мірника об'єму газу з рідинним розділювачем, описаний в [5], складається з мірної та компенсуючої ємностей, з'єднаних переливним трубопроводом. Компенсуюча ємність містить датчики температури та тиску, трубопроводи з клапанами для під'єднання лічильника газу, що повіряється, та з'єднання з атмосферою. Мірна ємність містить датчик рівня рідини і стабілізатор потоку рідини. Переливний трубопровід містить вмонтований рідинний насос, керований регулятором частоти. Крім того, мірник містить пульт керування та відображення інформації, виконаний з можливістю збору вимірювальної інформації, який з'єднаний зі згаданими датчиками тиску й температури, датчиком рівня рідини, регулятором частоти й клапанами.

Схема робочого еталона на базі мірника об'єму газу з рідинним розділювачем наведена на рис.2.

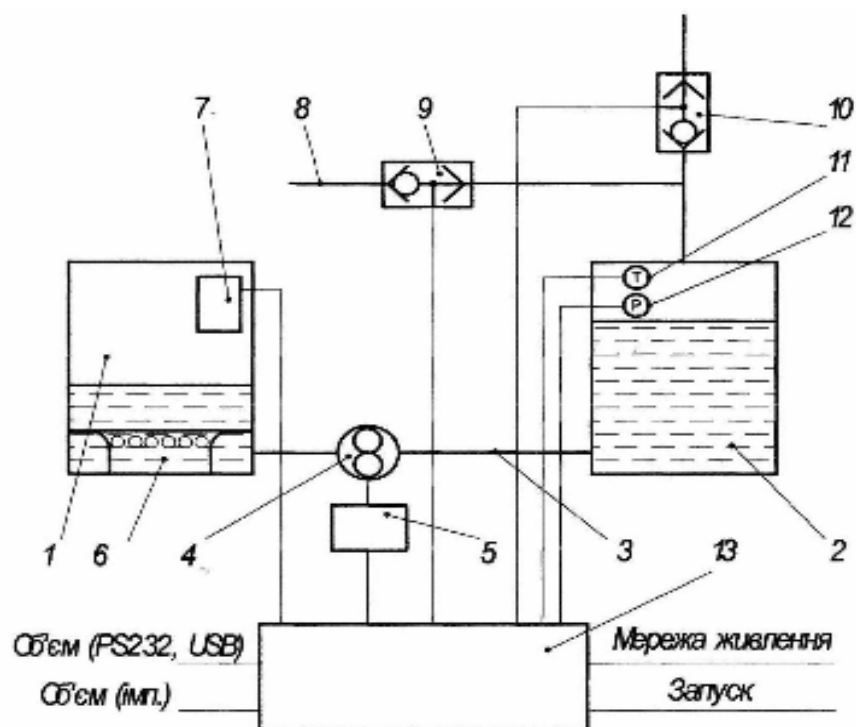


Рисунок 2. Схема робочого еталона на базі мірника об'єму газу з рідинним розділювачем

Figure 2. Scheme of a working standard on the basis of a measuring instrument of gas volume with a liquid separator

Позначення на рис.2 такі: 1 – мірна ємність; 2 – компенсуюча ємність; 3 – переливний трубопровід; 4 – насос; 5 – керований регулятор частоти; 6 – стабілізатор потоку кільцевої форми; 7 – датчик рівня рідини; 8 – під'єднувальні трубопроводи; 9, 10 – клапани; 11 – датчик температури; 12 – датчик тиску; 13 – пульт керування та відображення інформації.

Недоліком таких робочих еталонів є невисока точність відтворення контрольного об'єму газу із-за наявності шару розділювальної рідини на внутрішній поверхні мірної ємності, що залишається після опускання рівня рідини. Розмір одиниці об'єму газу цей робочий еталон зможе отримувати тільки від еталонів об'єму газу з повірочної схеми [1].

**Метою даної роботи** є розроблення технічного рішення для реалізації передавання розміру одиниці об'єму газу лічильникам та витратомірам газу від еталонних витратомірів рідини.

**Результати дослідження.** Для реалізації можливості передавання розміру одиниці об'єму газу лічильникам та витратомірам газу від еталонів з повірочної схеми [3] пропонується внести зміни в конструкцію робочого еталона, описану в [5], шляхом додаткового обладнання набором еталонних витратомірів рідини, що дозволить прямим методом вимірювати об'єм рідини. Це переливається із компенсуючої в мірну ємність. Забезпечується більша точність вимірювання об'єму розділювальної рідини у порівнянні з відомими аналогами, в яких дана фізична величина вимірюється непрямими методами (рівень рідини [5], геометричні параметри газового мірника [4]). Вони завжди є менш точними, оскільки обтяжені більшою кількістю складових похибок вимірювань. Крім того, набір еталонних витратомірів рідини забезпечить розширення діапазону вимірюваних витрат розділювальної рідини і, як наслідок, діапазону витрат газу, на яких будуть повірятися лічильники газу.

Схема розробленого робочого еталона наведена на рис.3.

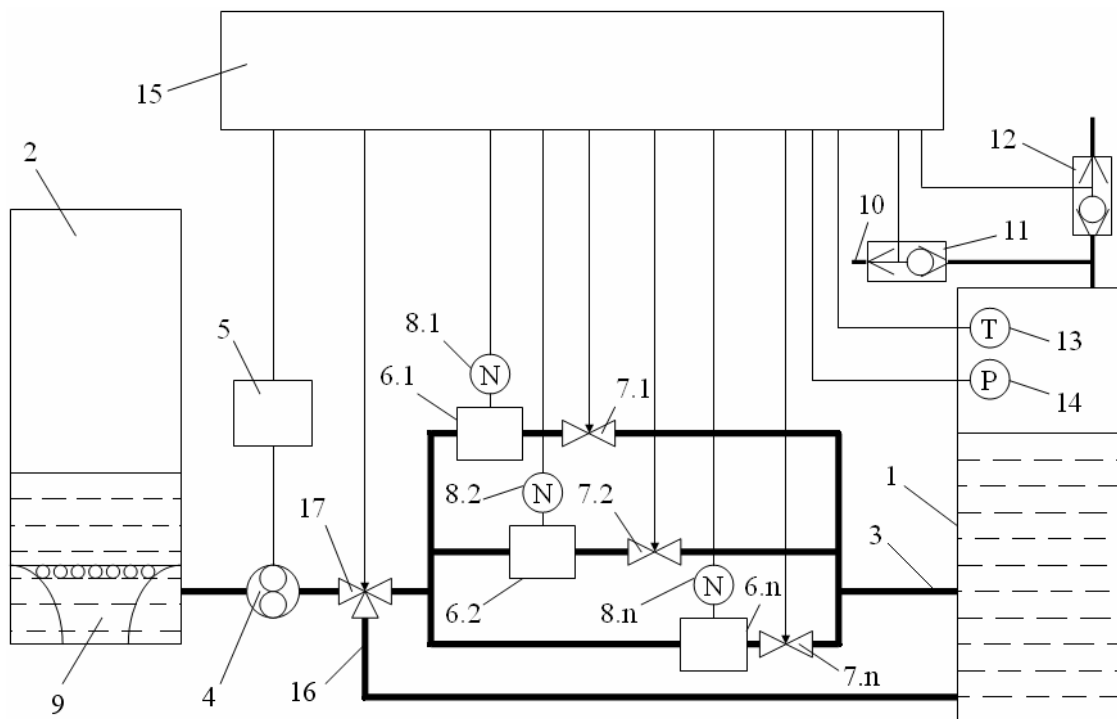


Рисунок 3. Схема гідравлічного робочого еталона об'єму та витрати газу

Figure 3. Figure hydraulic working standard volume and gas flow

Позначення на рис.3 такі: 1– мірна ємність; 2 – компенсуюча ємність; 3 – переливний трубопровід; 4 – насос; 5 – регулятор частоти; 6.1÷6.n – еталонні витратоміри рідини; 7.1÷7.n – крани; 8.1÷8.n – датчики імпульсів; 9 – стабілізатор потоку; 10 – під'єднувальні трубопроводи; 11, 12 – клапани; 13 – датчик температури; 14 – датчик тиску; 15 – пульт керування та відображення інформації; 16 – байпасна лінія; 17 – триходовий клапан.

Гідравлічний робочий еталон об'єму газу працює таким чином.

Перед вимірюванням рівень рідини в мірній ємності 1 повинен бути у верхньому положенні, а триходовий клапан 17 – у положенні, що від'єднує байпасну лінію 16 від насоса 4, а під'єднує еталонні витратоміри рідини 6.1÷6.n. до насоса 4. Початок повірки здійснюється від команди із пульта керування та відображення інформації 15 встановленням необхідної витрати рідини та поданням команди на один із кранів 7.1÷7.n, які під'єднують один із еталонних витратомірів рідини 6.1÷6.n до переливного трубопроводу 3. За допомогою регулятора частоти 5 і насоса 4 через переливний трубопровід 3 та один із еталонних витратомірів рідини 6.1÷6.n з мірної ємності 1 у компенсуючу ємність 2 через стабілізатор потоку 9 перекачується рідина. Під час переміщення рідини з мірної ємності 1 у компенсуючу ємність 2 один із еталонних витратомірів рідини 6.1÷6.n вимірює об'єм рідини, що протікає через нього. За допомогою відповідного датчика імпульсів 8.1÷8.n він перетворює значення виміряного об'єму рідини в пропорційну кількість імпульсів, що надходять на пульт керування та відображення інформації 15. При цьому клапан 11 відкритий, а клапан 12 закритий і по трубопроводу 10, який з'єднує лічильник газу, що повіряється, відтворюється контрольний об'єм газу, розрахований пультом керування та відображення інформації 15 із урахуванням вимірювальної інформації від датчиків температури 13 і тиску 14. Після завершення пропускання контрольного об'єму газу клапан 11 закритий, а клапан 12 відкритий. Регулятор частоти 5 забезпечує

максимальну витрату насоса 4 у зворотному напрямку: триходовий клапан 17 від'єднує еталонні витратоміри рідини 6.1÷6.n від насоса 4, приєднує до нього байпасну лінію 16 і рідина з ємності 2 перекачується в ємність 1.

У гідравлічному робочому еталоні об'єму газу використовуються еталонні витратоміри рідини 1-го розряду, які входять до повірочної схеми [3]. Фрагмент даної повірочної схеми, на якому зображено поле робочих еталонів 1-го розряду, наведено на рис.4.

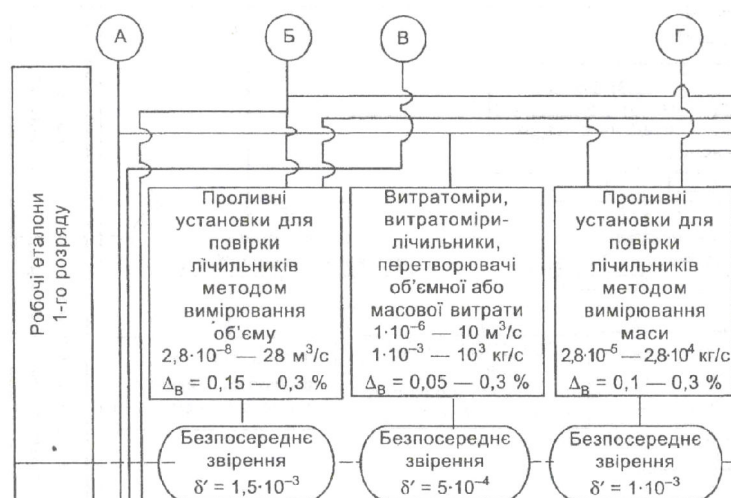


Рисунок 4. Фрагмент повірочної схеми [3] із зображенням поля робочих еталонів 1-го розряду

Figure 4. Fragment of a calibration scheme [3], representing the margins of the 1-st type working standards

**Висновки.** Використання розробленого робочого еталона дасть змогу здійснювати передавання розміру одиниці об'єму та об'ємної витрати в рамках одного виду вимірювань: від еталонних витратомірів рідини до лічильників та витратомірів газу з границями відносної похибки  $\pm 0,3\%$  (див. рис.4), що точніше у порівнянні з існуючими робочими еталонами [1], границі відносної похибки яких становлять  $\pm 0,5\%$ .

Предметом подальших досліджень буде розроблення метрологічного забезпечення запропонованого робочого еталона та його метрологічної моделі.

**Conclusions.** Using the developed working standard will enable the implementation of volume and volume flow unit transmission within one type of measurement: from standard flow meters of liquid to meters and flow meters of gas with the relative error ranges  $\pm 0,3\%$  (see figure 4), that is more exact in comparison with existing working standards [1], the relative error ranges of which are  $\pm 0,5\%$ .

The development of metrological support of the proposed working standard and its metrological model will be the subject of further researches.

#### Список використаної літератури

1. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу: ДСТУ 3383: 2007.– [Чинний від 2007-07-01; на заміну ДСТУ 3383-96].– К.: Держспоживстандарт України, 2007. – III, 9 с. – (Національний стандарт України).
2. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань об'єму рідини: ДСТУ 3537: 2011.– [Чинний від 2011-07-01; на заміну ДСТУ 3537-97].– К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 12 с. – (Національний стандарт України).
3. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання об'ємної та масової витрати рідини й об'єму та маси рідини, що протікає по трубопроводу: ДСТУ 4403: 2005.– [Чинний від 2005-10-01].– К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 7 с. – (Національний стандарт України).

4. Черкас, К.В. Газовая расходомерная установка на основе метода вытеснения и оценка точности [Текст] / К.В. Черкас, Г.О. Татарченко, С.П. Каленюк // Український метрологічний журнал. – 2003. – Випуск 1. С. 61–64.
5. Пат. 87320 С2 Україна, МПК (2009) G01F 25/00 G01F 11/00. Мірник об'єму газу з рідинним розділювачем [Текст] / В.С. Вошинський, В.В. Іроденко, О.В. Бієнко.; заявник і патентовласник – Товариство з обмеженою відповідальністю Івано-Франківське спеціальне конструкторське бюро засобів автоматизації. – № а200700601; заявл. 22.01.2007; опубл. 10.07.2009, Бюл. №13/2009.

*Отримано 12.09.2013*