

УДК 681.121

М. В. Кузь, канд. техн. наук

## РЕАЛІЗАЦІЯ ПСЕВДО-ДИНАМІЧНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ РОБОЧИХ ЕТАЛОНІВ ОБ'ЄМУ ГАЗУ

*Запропоновано модернізацію робочих еталонів, що працюють в дискретно-динамічному режимі, шляхом розроблення пристрою компенсації пневмоударів. Введення такого пристрою в конструкцію робочих еталонів забезпечує псевдо-динамічний режим роботи робочого еталона. Завдяки запропонованій модернізації складова похибки відтворення об'єму газу від впливу коливання тиску зменшилась з 0,27 % до 0,08 %.*

### Вступ та постановка задачі

Відповідно до вимог методичних документів [1, 2], чинних в Україні, державна метрологічна ате-стація та повірка робочих еталонів здійснюється в статичному режимі: від робочого еталона від'єднуються датчики тиску та температури та визначаються метрологічні характеристики вимірю-вальних каналів цих фізичних величин, вимірюються геометричні розміри дзвонового мірника та геометричні параметри засобу вимірювання переміщення цього мірника (стосується робочих етало-нів дзвонового типу). Винятком є, хіба що, визначення стабільності тиску повітря в підзвоновому просторі, яке здійснюється в динамічному режимі [1]. Однак, в наведених методичних документах не регламентується оцінка впливу на похибку робочих еталонів стабільності тиску повітря у вимі-рювальному тракті (включаючи замірні трубопроводи та лічильники газу, що повіряються за допо-могою робочих еталонів об'єму газу), хоча саме параметри об'єму повітря, що надходить на вхід лічильника газу, який повіряється, є визначальними під час обчислення похибки цього лічильника.

Робочі еталони об'єму газу незалежно від виду та принципу роботи за призначенням умовно поділяються на еталони, призначені для повірки промислових лічильників газу (типорозмір від G16 і вище), та побутові лічильники (типорозміри від G1,6 до G10). Діє навіть низка нормативних документів [3—5], дія яких поширюється тільки на побутові лічильники газу. Специфіка такого поділу полягає в тому, що промислові лічильники газу обладнані датчиком кількості обертів тур-біни (в турбінних лічильниках газу) чи роторів (в роторних лічильниках), яка пропорційна величині об'єму газу, що обліковується цими лічильниками [6], а у побутових лічильників такі датчики відсу-тні. Як наслідок, процес повірки промислових і побутових лічильників газу відрізняється між собою. Перші повіряються в динамічному режимі [7], другі — в дискретно-динамічному [8].

*Метою дослідження є вдосконалення конструкції робочих еталонів об'єму газу з дискретно-динамічним режимом роботи шляхом розроблення конструкції пристрою компенсації пневмоударів та дослідження зміни величини похибки цих еталонів в залежності від наявності такого пристрою.*

### Аналіз шляхів розв'язання задачі

Динамічний режим базується на триетапному процесі роботи робочого еталона: стабілізації, проходженні контрольного об'єму, проходженні залишкового об'єму. Тривалість процесу стабілі-зації вибирається такою, щоб значення тиску врівноважилося до величини, визначеної в [1]. Поча-ток і закінчення контрольного об'єму задаються контролером інформаційно-вимірювальної систе-ми робочого еталона командами «Старт» та «Стоп», відповідно, за допомогою контрольної ліній-ки. Залишковий об'єм  $V_3$  визначається за формулою

$$V_3 = V_\Sigma - V_c - V_k, \quad (1)$$

де  $V_\Sigma$  — максимальний об'єм робочого середовища (повітря), що відтворюється робочим етало-ном;  $V_c$  — об'єм газу, під час проходження якого відбувається стабілізація тиску робочого сере-довища;  $V_k$  — контрольний об'єм, значення якого атестоване та використовується в обчисленнях похибки лічильника газу, що повіряється робочим еталоном.

Одночасно між командами «Старт» та «Стоп» інформаційно-вимірювальною системою отримуються значення про величину об'єму, облікованого лічильником газу, що повіряється. Результати експериментальних досліджень зміни надлишкового тиску робочого середовища  $p$  у динамічному режимі роботи робочого еталона для  $n$  спостережень показані на рис. 1.

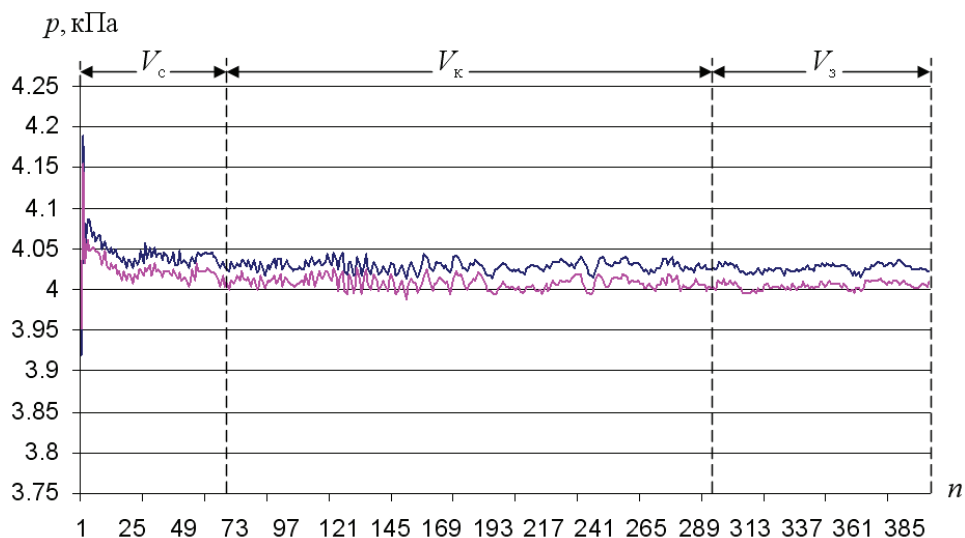


Рис. 1. Зміна надлишкового тиску робочого середовища у динамічному режимі роботи робочого еталона

У дискретно-динамічному режимі роботи робочих еталонів процес повірки лічильників газу розпочинається одночасно з початком роботи робочого еталона за командою оператора і закінчується, знову ж таки, за командою оператора шляхом вимикання пристрою створення витрати. Така дискретність роботи зумовлена тим, що необхідно зафіксувати початкові покази лічильника газу, що повіряється, перед початком процесу повірки, потім пропустити через лічильник визначене в [5] значення контрольного об'єму робочого середовища, після цього зупинити процес повірки і вже тоді зафіксувати кінцеві покази лічильника. Недоліком такого режиму роботи є нестабільність тиску робочого середовища (пневмудар), яка носить такий характер, як на початку ділянки  $V_c$  (рис. 1). Структурна схема робочого еталона об'єму газу, що працює в дискретно-динамічному режимі роботи, показана на рис. 2.

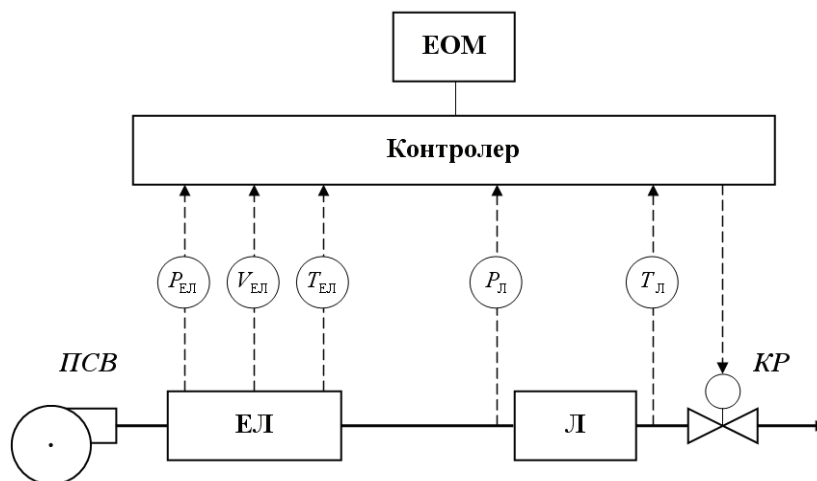


Рис. 2. Структурна схема робочого еталона з дискретно-динамічним режимом роботи:

ПСВ — пристрій створення витрати; ЕЛ — еталонний лічильник газу, або інший еталонний засіб: дзвоновий мірник, критичне сопло, поршнева установка чи ін.; Л — лічильник газу, що піддається повірці; КР — регулюючий клапан;  $P_{ЕЛ}$ ,  $V_{ЕЛ}$ ,  $T_{ЕЛ}$  — датчики тиску, об'єму та температури робочого середовища в робочому еталоні, відповідно;  $P_{Л}$ ,  $T_{Л}$  — датчики тиску та температури робочого середовища в лічильнику газу, відповідно

Принцип роботи робочого еталона в динамічному режимі (див. рис. 1) полягає в такому. ПСВ створює потік повітря, який проходить через ЕЛ та Л. Контролером за допомогою КР задається необхідне значення об'ємної витрати робочого середовища. Після надходження команди «Старт» контролер, за допомогою датчиків, отримує набір значень фізичних величин: тиску, об'єму та температури робочого середовища. З надходженням команди «Стоп» опитування датчиків зупиняється і отримана інформація про виміряні величини опрацьовується програмним забезпеченням на ЕОМ і відображається на моніторі ЕОМ.

Відповідно до рівняння газового стану зміна тиску газу на 1 кПа приводить до зміни його об'єму на 1 %. Коливання тиску на ділянці  $V_c$  (див. рис. 1) становить 0,27 кПа, що спричиняє зміну об'єму газу на 0,27 % та складає половину основної похибки робочих еталонів об'єму газу, які використовуються для перевірки побутових лічильників газу. Для зменшення цієї похибки, яка спричинена коливанням тиску, запропоновано змінити дискретно-динамічний режим роботи робочих еталонів об'єму газу на псевдо-динамічний завдяки модернізації конструкції робочих еталонів. Структурна схема модернізованого робочого еталона зображена на рис. 3.

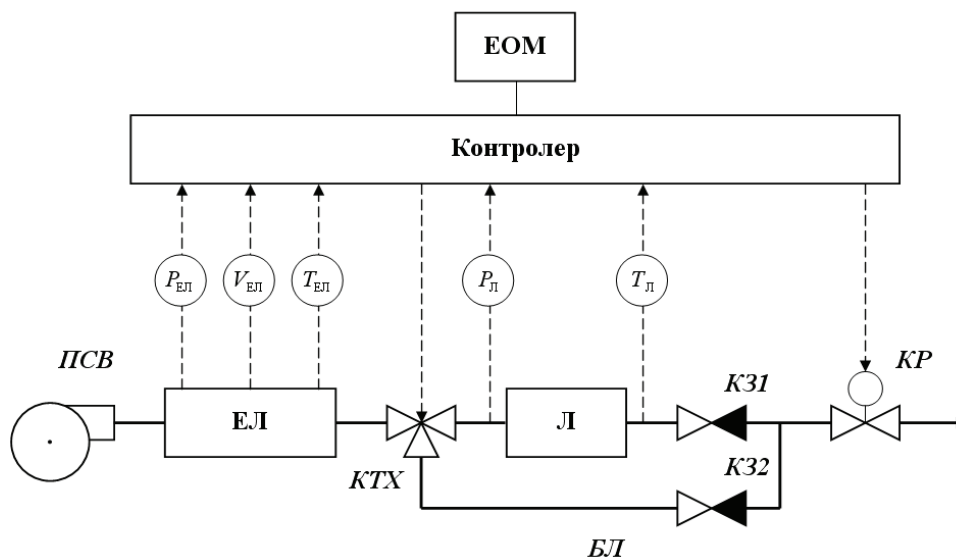


Рис. 3. Структурна схема робочого еталона з псевдо-динамічним режимом роботи:

КТХ — триходовий клапан; БЛ — байпасна лінія; К31 і К32 — зворотні клапани

Відмінність роботи модернізованого робочого еталона (рис. 3) від динамічного режиму роботи (див. рис. 2) така. ПСВ створює потік повітря, який проходить шлях ЕЛ→КТХ→БЛ→К32→КР, таким чином оминаючи лічильник газу (Л). К31 перекриває потік повітря на Л. Контролером за допомогою КР задається необхідне значення об'ємної витрати робочого середовища. Початкові покази відлікового пристрою лічильника фіксуються та вводяться оператором у відповідні поля програмного забезпечення на ЕОМ. За командою оператора, шляхом натискання відповідної кнопки «Старт» в програмі, електромагнітний чи іншого принципу дії швидкісний триходовий клапан перенаправляє потік повітря по лінії ЕЛ→КТХ→Л→К31→КР. К32 перекриває потік повітря на БЛ. Після проходження фіксованого значення об'єму повітря [5] з програми на контролер надходить команда «Стоп» і КТХ перемикається в попереднє положення. Оператором фіксуються кінцеві покази лічильника газу і вводяться у відповідні поля програмного забезпечення. Потім КР задається інше значення об'ємної витрати, визначене в [5], і процес перевірки повторюється. Такий режим роботи робочого еталона об'єму газу є не динамічним, а псевдо-динамічним, оскільки в процесі роботи наявні перемикання клапана КТХ, що створюють стрибки тиску в момент перемикання.

Результати експериментальних досліджень зміни надлишкового тиску робочого середовища  $p$  у псевдо-динамічному режимі роботи робочого еталона для  $n$  спостережень показані на рис. 4.

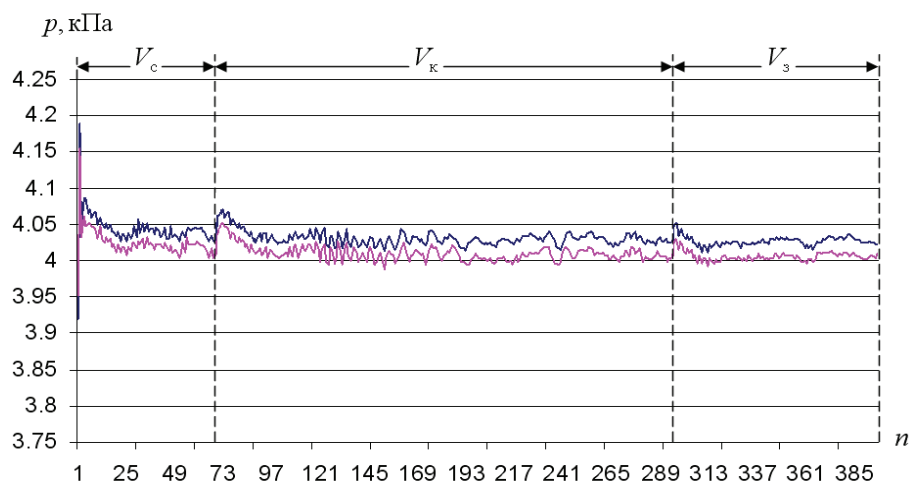


Рис. 4. Зміна надлишкового тиску робочого середовища у псевдо-динамічному режимі роботи робочого еталона

Коливання надлишкового тиску робочого середовища (рис. 4) за час проходження контрольного об'єму становить 0,08 кПа. В такому випадку складова похибки відтворення об'єму газу від впливу такого коливання тиску складає 0,08 %, що в шість разів менше за допустимі межі основної похибки робочих еталонів (0,5 %), і тому нею можна знехтувати.

### Висновки

Описаний спосіб можна впровадити як під час проектування робочих еталонів, так і для модернізації вже існуючих, що дозволить зменшити похибку відтворення цими робочими еталонами одиниці об'єму газу у разі використання їх для повірки побутових лічильників газу.

Предметом подальших наукових досліджень буде вплив швидкодії триходового перемикаючого клапана на величину коливань тиску робочого середовища і, як наслідок, похибки відтворення об'єму газу робочими еталонами.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Метрологія. Установки повірочні дзвонового типу. Типова програма та методика державної метрологічної атестації: МДУ 025/03-2006. — [Чинний від 2006-05-18]. — Івано-Франківськ : Івано-Франківськстандартметрологія, 2006. — 47 с. — (Методичний документ з метрології).
2. Метрологія. Установки повірочні з еталонними лічильниками газу. Методика повірки: МПУ 168/03-2006. — [Чинний від 2006-05-18]. — Івано-Франківськ : Івано-Франківськстандартметрологія, 2006. — 12 с. — (Методичний документ з метрології).
3. Лічильники газу побутові. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 3336-96. — [Чинний від 1996-07-01]. — К. : Держстандарт України, 1996. — 28 с. — (Державний стандарт України).
4. Лічильники газу побутові. Правила приймання та методи випробувань: ДСТУ 3607-97. — [Чинний від 1998-07-01]. — К. : Держстандарт України, 1997. — 24 с. — (Державний стандарт України).
5. Метрологія. Лічильники газу побутові. Методи та засоби повірки: Р50-071-98. — [Чинний від 1998-03-27]. — К. : Держстандарт України, 1998. — III, 20 с. — (Рекомендації).
6. Облік природного газу : довід. / [М. П. Андрієшин, О. М. Карпаш, О. Є. Середюк та ін.]. — Івано-Франківськ : ПП «Сімик», 2008. — 180 с. : іл.
7. Локотош Б. Н. Объемно-динамические колокольные установки для точного воспроизведения и измерения расхода и количества газа / Б. Н. Локотош, И. С. Бродин, С. А. Чеховский // Методы и устройства сбора и обработки измерительной информации : сб. статей. — К. : Техника, — 1976. — С. 62—66.
8. Пат. 56740 С2 Україна, МПК 7 G01F25/00. Дзвонова дискретно-динамічна установка для точного відтворення та вимірювання об'єму і витрати газу / Мельничук С. І.; заявник і патентовласник С. І. Мельничук. — № 2002087028; заявл. 28.08.02; опубл. 15.12.04, Бюл. № 12. — 3с.

Рекомендована кафедрою метрології та промислової автоматики

Стаття надійшла до редакції 11.01.13  
Рекомендована до друку 30.01.13

**Кузь Микола Васильович** — доцент кафедри будівництва.

Івано-Франківський університет права імені Короля Данила Галицького, Івано-Франківськ