УДК 006:681.121

СУЧАСНИЙ СТАН МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

О.Є. Середюк, А. Г. Винничук, Л.А. Витвицька, З.П. Лютак

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, тел. (03422)4-60-77,
e-mail: annavyn@ukr.net

Здійснений аналіз чинних нормативних документів у сфері метрологічного забезпечення побутових лічильників газу. Розглянуті принципи створення, технічні і метрологічні характеристики, а також особливості практичного застосування еталонних установок для визначення метрологічних характеристик побутових лічильників газу. Обгрунтована актуальність розроблення установок для бездемонтажної перевірки метрологічних характеристик побутових лічильників або їх діагностування з використанням природного газу як робочого середовища.
Ключові слова: побутовий лічильник газу, метрологічна характеристика, еталонна установка, повірка, експрес-контроль, діагностування.

Проведенный анализ действующих нормативных документов в области метрологического обеспечения бытовых счетчиков газа. Рассмотрены принципы создания, технические и метрологические характеристики, а также особенности практического применения эталонных установок для определения метрологических характеристик бытовых счетчиков газа. Обоснована актуальность разработки установок для бездемонтажной проверки метрологических характеристик бытовых счетчиков или их диагностирования с использованием природного газа как рабочей среды.
Ключевые слова: бытовой счетчик газа, метрологическая характеристика, эталонная установка, поверка, экспресс-контроль, диагностирование.

The existing regulations in the field of household gas meters metrological support were analyzed. The creation principles, technical and metrological characteristics and practical application features of reference stations for determining metrological characteristics of household gas meters were considered. The actuality of developing without dismantling device for checking metrological characteristics of household gas meters or diagnosis with using natural gas as the working environment were grounded.
Keywords: household gas meter, metrological description, reference station, testihg, express-control, diagnosis.

На сьогоднішній день газова промисловість України є однією із найважливіших галузей енергетичного напрямку економіки держави, оскільки частка природного газу у загальному обсязі споживання первинної енергії перевищує 45%. За даними НКРЕ (Національної комісії регулювання електроенергетики) України станом на 1 березня 2010 р. в Україні з 13,293 млн. споживачів природного газу (населення) побутовими лічильниками газу (ПЛГ) оснащені 8,009 млн. [1]. Тому для забезпечення правильного і достовірного функціонування ПЛГ потрібне відповідне метрологічне забезпечення для контролю їх метрологічних характеристик.

Як відомо, ПЛГ володіє певними технічними і метрологічними характеристиками, зокрема: номінальним, максимальним та мінімальним значеннями робочих витрат, максимальним допустимим робочим тиском, втратою тиску при роботі лічильника, можливістю функціонування в певному діапазоні температур робочого середовища і довкілля та вологості оточуючого середовища, стійкістю до вібрацій та ін. Однак одними із найважливіших метрологічних характеристик ПЛГ є границя основної допустимої похибки та поріг чутливості, які під час експлуатації ПЛГ можуть змінюватися. Саме зміна цих метрологічних характеристик є в багатьох випадках причиною втрат природного газу, що вимагає належного рівня метрологічного забезпечення ПЛГ.

Метою роботи є дослідження сучасного стану нормативної та технічної основ метрологічного забезпечення ПЛГ.

Відповідно до Закону України «Про

метрологію та метрологічну діяльність» всі засоби вимірювальної техніки підлягають періодичній повірці через нормативно регламентований міжповірочний інтервал. Для ПЛГ він становить 5 років. Однак, з врахуванням вивчення фактичних експлуатаційних характеристик ПЛГ, у відповідності до спільного Наказу Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Міністерства промислової політики України, НАК "Нафтогаз України" від 05 жовтня 2004р. - для мембранних лічильників газу, що використовуються в побуті, міжповірочний термін продовжили до 8 років.

Методи та засоби перевірки відповідності ПЛГ до вимог [2] юридично регламентуються чинними нормативними документами [3, 4]. При цьому слід розрізняти поняття “перевірка” і “повірка”. Так перше згідно [3] стосується процедури випробування ПЛГ і, наприклад, конкретизує перевірку втрат тиску, порогу чутливості, середнього квадратичного відхилення випадкової складової похибки. Це здійснюється з використанням повірочних установок, які використовуються для випробувань лічильників на заводі-виробнику шляхом перевірки метрологічних і технічних характеристик. При цьому під час випробувань також перевіряють ПЛГ на відповідність технічним вимогам на них, в тому числі відхилення циклічного об’єму від нормального значення, вплив на точність функціонування ПЛГ таким параметрів навколишнього середовища, як температура, вологість, атмосферний тиск та ряд параметрів стосовно умов його монтування та безпеки використання.

Процедура повірки згідно [4] стосується методів і засобів її проведення з конкретизацією переліку виконуваних при цьому операцій повірки. Ця процедура є юридично нормативним поняттям, за результатами проведення якої робиться висновок про придатність ПЛГ для експлуатації.

При повірці [4] визначення відносної похибки лічильника проводять на витратах Q_{min}, $0{,}2Q_{max}$ і Q_{max} з використанням як робочого середовища повітря на одній із такого типу повірочних установок: дзвонового, трубопоршневого, з використанням мікросопел або установок з еталонним лічильником.

В Україні з 01.01.2007р. запроваджений новий національний стандарт [5], який стосується загальних технічних умов на мембранні лічильники газу і визначає вимоги та випробування для конструкції, характеристик і безпечності вказаних лічильників. Згідно цього стандарту похибки мембранних лічильників визначається шляхом проведення їх випробувань на еталонних установках з використанням повітря як робочого середовища проводиться на витратах Q_{min}, $3Q_{min}$, $0{,}1Q_{max}$, $0{,}2Q_{max}$, $0{,}4Q_{max}$, $0{,}7Q_{max}$, Q_{max}. Цей стандарт також передбачає визначення метрологічних характеристик лічильників шляхом проведення їх випробувань з використанням повітря як робочого середовища і не відображає можливості визначення їх метрологічних характеристик на природному газі. При цьому конкретні типи засобів для визначення метрологічних характеристик стандарті не вказані.

На території Російської Федерації є чинним державний стандарт [6], який поширюється на мембранні лічильники газу і регламентує загальні технічні вимоги і методи їх випробувань. При проведенні випробувань визначають відносну похибку лічильників газу як складову при визначенні метрологічних і технічних характеристик. При цьому застосовуються повірочні установках дзвонового типу і на базі зразкових критичних сопел з використанням в якості робочого середовища повітря. Визначення відносної похибки лічильників проводиться на мінімальній, номінальній та максимальній витратах. Також в [6] зазначено, що при необхідності методи і засоби проведення випробувань лічильників можуть бути зміненими, що відкриває можливості розширення умов і засобів випробувань.

Поряд з цим, у відповідності до відомого нормативного документу [7] для технічних об’єктів, якими є ПЛГ, можуть бути застосовані поняття діагностування і контролю технічного стану, що обгрунтовано авторами в [8]. Вони передбачають перевірку обмеженої кількісті технічних і метрологічних характеристик, наприклад, визначення метрологічних характеристик для обмеженого діапазону робочих витрат або перепаду тиску на лічильнику чи визначення його порогу чутливості. Прикладом практичної реалізації цього підходу щодо ПЛГ в Україні може слугувати регламентована нормативним документом [9] інструкція, яка конкретизує проведення експрес-контролю ПЛГ, які знаходяться в експлуатації. Вона реалізується шляхом послідовного приєднання до перевірюваного ПЛГ контрольного приладу за допомогою спеціального технологічного устаткування і порівняння за умови одночасної роботи відлічених ними об’ємів природного газу. Процедура проведення експрес-контролю

передбачає безпосереднє визначення відносного відхилення результатів вимірювань контрольного об'єму газу при витратах $2Q_{min}$ і $0,1Q_{max}$. В залежності від типорозміру лічильника (G1,6, G2,5, G4 чи G6) пропускається контрольний об'єм газу величиною від 15 до 40 дм^3 при витраті $2Q_{min}$ та об'ємом від 50 до 150 дм^3 при витраті $0,1Q_{max}$. За результатами проведених вимірювань та розрахунку величини відхилення показів ПЛГ від контрольного (термін із [9]) лічильника робиться висновок про можливість подальшої експлуатації ПЛГ. Однак юридично така операція не може бути використаною для повірки ПЛГ, оскільки контрольний лічильник не є еталонним і для використання його як еталонного необхідна його метрологічна атестація на природному газі, що на сьогодні в Україні не здійснюється внаслідок відсутності еталонних установок з функціонуванням на природному газі.

Про актуальність проведення діагностування ПЛГ свідчать ряд нових патентозахищених досліджень у вигляді способів і пристроїв реалізації діагностування. Так, зокрема, спосіб діагностування засобів витратовимірювальної техніки з рухомими чутливими елементами [10] передбачає визначення величини зміни поточних спектральних характеристик випадкових сигналів (шумів) в корпусі функціонуючого лічильника.

Пристрій оперативного експрес-контролю лічильників природного газу [11] реалізований на базі ємностей високого і низького тиску і передбачає використання рівняння стану газу і порівняння зміни маси газу, яка проходить через випробувальну ділянку, з масою газу, яка проходить через досліджуваний лічильник.

Спосіб діагностування ПЛГ за [12] передбачає порівняння значень фактичних втрат тиску на лічильнику від витрати із номінальною характеристикою цього параметра, яка отримана під час метрологічних випробувань.

За участю авторів запропонований спосіб діагностування ПЛГ [13] і пристрій для його практичної реалізації [14], який базується на використанні спеціальних звужувальних пристроїв для вимірювання контрольного об'єму газу опосередкованим методом і порівняння його з показами ПЛГ.

Відомим є також спосіб перевірки витратомірів і лічильників газу [15], який передбачає порівняння комплексного показника якості приладів за переліком і базовими значеннями нормативно регламентованих контрольованих характеристик з комплексним показником якості, який розрахований за експериментально встановленими значеннями тих самих контрольованих характеристик.

Кожний із вказаних методів визначення метрологічних характеристик ПЛГ є за своїм призначенням перевіркою відповідності метрологічних характеристик лічильників до їх паспортних значень. Однак відмінністю є різна юридична чинність результатів перевірки. Так юридично чинними є повірка (первинна, періодична і позачергова), а діагностування, експрес-контроль, контроль технічного стану і безпосередньо перевірка метрологічних характеристик може стосуватися обмеженого діапазону витрат функціонування лічильників або обмеженої кількості контрольованих характеристик, що, при отриманні негативних результатів, може слугувати підставою для проведення позачергової повірки.

З метою дослідження сучасного стану технічного аспекту метрологічного забезпечення ПЛГ проаналізуємо регламентовані згідно [3, 4, 6] такі еталонні установки: дзвонового типу, трубопоршневі установки, установки з використанням критичних сопел та установки з еталонними лічильниками.

Принцип дії установок дзвонового типу базується на дискретно-динамічному способі відтворення об'єму. Вони можуть працювати в діапазоні від 0,16 до 10000 м^3/год і їх похибка знаходиться в межах від 0,1 до 0,3%. На сьогоднішній день ці установки є практично одними з найбільш точних еталонних засобів витратовимірювальної техніки, свідченням чого є створення на їх базі Державного еталону України одиниць об'єму та об'ємної витрати газу. Також на їх базі створено ряд робочих еталонів для повірки ПЛГ. Однак їх основним недоліком є те, що ці установки практично неможливо виконати у мобільному варіанті.

Трубопоршневі установки використовують в діапазоні витрат від 4 до 150000 м^3/год, проте в порівнянні з дзвоновими вони забезпечують меншу точність вимірювання (похибка від 0,3 до 0,6%). На сьогоднішній час відсутні конструктивні виконання таких установок для повірки ПЛГ. Безперечною їхньою перевагою є порівняно доступна можливість конструктивного виконання для роботи на реальному середовищі і високих робочих тисках, що найбільш актуальним є для промислових лічильників газу.

Установки соплового типу використовують для відтворення витрати в діапазоні (0,025-2500) м^3/год (похибка від 0,15 до 0,5%). Принцип дії цих полягає у створенні на соплі, через яке протікає повітря або інше робоче середовище,

надкритичного перепаду тиску. На відміну від дзвонових і трубопоршневих установок перевагою критичних сопел є висока стабільність відтворення витрати. Відомі практичні реалізації цих установок для повірки ПЛГ, які функціонують тільки на повітрі. Недоліком установок є відсутність можливості регулювання об'ємної витрати кожного окремого сопла, а також необхідність застосування спеціальних технічних пристроїв для забезпечення критичних режимів протікання газу.

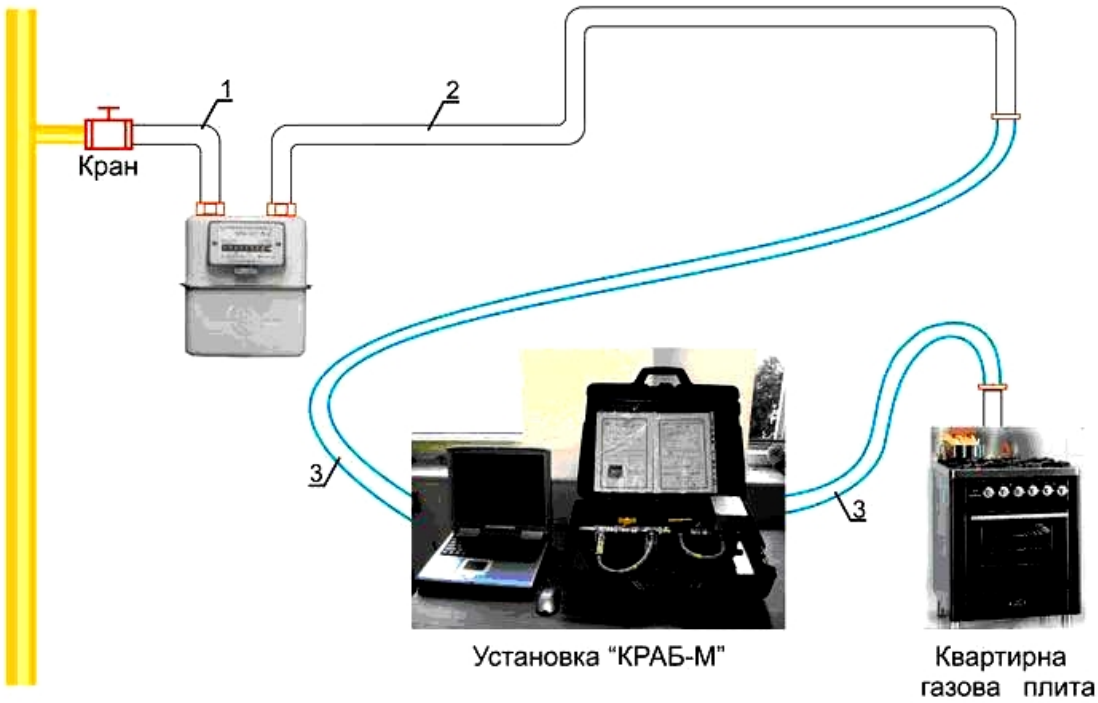
Установки з робочими еталонами використовуються для відтворення об'ємів газу на витратах (0,02-2500) м^3/год і застосовуються у конструктивних виконаннях для повірки промислових лічильників і ПЛГ. Як еталонні лічильники в цьому типі установок застосовуються спеціально відібрані і конструктивно вдосконалені лічильники газу, що випускаються як робочі засоби вимірювань. Перевагою цих установок є можливість реалізації на повітрі і природному газі. Однак на даний час в Україні всі ці установки реалізовані на повітрі. Тільки одна з них, а саме – калібрувальна установка для промислових лічильників газу, функціонує у ПАТ «Івано-Франківськгаз» на природному газі. Створено також ряд закордонних установок цього типу, наприклад, в Нідерландах, для дослідження промислових лічильників на природному газі. Конкретні конструкції еталонних установок цього типу на малі витрати (0,02-10) м^3/год з функціонуванням на природному газі по літературних джерелах не виявлені. Недоліком таких установок є більша похибка відтворення контрольних об'ємів (похибка 0,3-0,5%), оскільки еталонні лічильники цих установок метрологічно атестуються зазвичай на установках дзвонового типу, які є первинними або робочими еталонами.

Також вже розроблені установки PVT-типу метрологічного призначення, що не відображено в чинних в Україні нормативних документах [3, 4] які передбачають застосування опосередкованого методу вимірювання витрати газу шляхом вимірювання тиску, температури газу в каліброваній ємності при витіканні газу з неї через дроселюючий пристрій і ПЛГ. Відсутність рухомих елементів при відліку контрольного об'єму газу, незначні габарити і можливість їх реалізації на реальному середовищі (природний газ), а також новітні технічні аспекти їх реалізації відкривають перспективи їх практичного застосування. Тому в даний час дослідні зразки цих установок на діапазони витрат повітря (0,016-10) м^3/год вже знаходяться на стадії дослідно-промислового впровадження в Україні, зокрема, в умовах ПАТ "Івано-Франківськгаз" (м.Івано-Франківськ) [16]. Відомі також закордонні реалізації установок цього типу на природному газі, зокрема у Франції, які використовуються для функціонування на великих витратах (понад 100 м^3/год). Більшість еталонних витратовимірювальних установок за своєю конструкцією і технічною реалізацією передбачають можливість мобільного виконання, крім установок дзвонового типу. Однак їх фактична реалізація на сьогоднішній день звелася до стаціонарного варіанту виконання практично всіх типів повірочних установок, що пояснюється складністю їх практичної реалізації і відсутністю формулювання завдання на створення таких установок зі сторони державних органів метрологічного нагляду.

Нові тенденції створення еталонних установок для метрологічного забезпечення ПЛГ стосуються розроблення мобільних установок з функціонуванням на природному газі, які під'єднуються до газової лінії між ПЛГ і квартирним газоспоживним обладнанням. У створеній в Росії установці "КРАБ-М" [17] як еталонні засоби використовуються струменеві і ролико-лопатеві лічильники на витрати в діапазоні (0,03-6) м^3/год з похибкою ±0,5%, а в установці СПУ-3 [18] - струменевий витратомір на витрати (0,02-40) м^3/год з основною похибкою ±0,5%. Принцип дії цієї установки "КРАБ-М" (рис.1) полягає у заданні певної величини витрати газу і порівнянні показів еталонного лічильника і ПЛГ, за результатами якого визначають похибку ПЛГ. При цьому у конкретизації призначення установок акцентується увага щодо її застосування для повірки ПЛГ.

Однак в джерелах [17, 18] не розкриті методики для метрологічної атестації еталонних засобів на природному газі, що не дає можливості оцінити достовірність результатів калібрування і можливість забезпечення декларованої точності вимірювань.

Прикладом мобільної повірочні установки на невеликі витрати з використанням повітря як робочого середовища може слугувати установка Dresser моделі 5 2M/10M [19]. Вона створена на базі еталонних лічильників Roots, які працюють в діапазонах (1-57) м^3/год або (11-283) м^3/год, оснащена системою нагнітання повітря і комп'ютеризованим блоком обробки інформації (рис.2). Дана установка призначена для повірки лічильників газу з демонтажем, яка проводиться в приміщенні, де експлуатується лічильник, або за його межами.



1, 2 – ділянки будинкового трубопроводу; 3 – ділянки гнучкого шлангу установки «КРАБ-М»

Рисунок 1 – Схема підключення установи «КРАБ-М»

Рисунок 2 – Зовнішній вигляд установки Dresser моделі 5 2M/10M для повірки лічильників газу

Результати аналізу технічних засобів для метрологічного забезпечення ПЛГ подані в табл.1.

Зазначимо, що в Україні згідно чинних нормативних документів повірку ПЛГ на сьогоднішній день проводять виключно з використанням повітря як робочого середовища, що відображено в табл.1. Це потребує демонтажу ПЛГ, транспортування його до повірочної установки і монтажу за місцем експлуатації, що є економічно затратною операцією. Водночас недоліком такої повірки ПЛГ є та обставина, що, внаслідок відмінних фізико-хімічних властивостей повітря і природного газу, похибка вимірювання об'єму газу побутовим лічильником відрізнятиметься від наведених паспортних даних, які отримані при його метрологічних дослідженнях на повітрі. Це є одним із джерел зниження точності обліку природного газу в комунально-побутовій сфері.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень встановлено, що визначення та контроль метрологічних характеристик ПЛГ під час їх експлуатації є актуальною задачею для підвищення точного та достовірного обліку природного газу, що підтверджується сучасними вітчизняними і закордонними розробками. Тенденції розвитку еталонних засобів для ПЛГ свідчать про можливість розробки мобільних еталонних установок для визначення метрологічних характеристик ПЛГ з використанням не тільки повітря як робочого середовища, але також і природного газу. Встановлено відсутність в Україні нормативних документів з метрології, які би регламентували практичну реалізацію повірки ПЛГ або перевірки їх метрологічних

характеристик на місці експлуатації з використанням робочого середовища повітря або природного газу. Цим також підтверджується актуальність розроблення нових нормативних документів метрологічного спрямування для дослідження ПЛГ.

1. www.tyzhden.ua / News / 20303. 2. Лічильники газу побутові. Загальні технічні вимоги : ДСТУ 3336-96. - [Чинний від 1996-07-01]. – К.: Держстандарт України, 1996. – 9 с. 3. Лічильники газу побутові. Правила приймання та методи випробувань : ДСТУ 3607-97. – [Чинний від 1998-07-01]. – К.: Держстандарт України, 1997. – 24 с. 4. Метрологія. Лічильники газу побутові. Методи та засоби повірки : Р50-071-98. – [Чинний від 1998-03-27]. – К.: Держстандарт України, 1998. – ІІІ, 20 с. 5. Лічильники газу мембранні. Загальні технічні умови (EN 1359:1998, IDT) : ДСТУ EN 1359:2006. – [Чинний від 2007-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 45 с. 6.Счетчики газа объемные диафрагменные. Общие технические требования и методы испытаний: ГОСТ Р 50818-95. – [Дата введения 1997-01-01]. – М.: Госстандарт России, 1996 – ІІІ, 19 с. 7. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення : ДСТУ 2389-94. – [Чинний від 1995-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 23 с. 8. Середюк О.Є. Техніко-метрологічні засади побудови діагностувальних установок для побутових лічильників газу / О.Є.Середюк, С.А. Чеховський, А.Г.Винничук // Нафтова і газова промисловість.– 2006.– №6. – С.38–42. 9. Інструкція щодо обслуговування та експрес-контролю побутових лічильників газу, які знаходяться в експлуатації. – Офіц. вид. – [Затв. 1996-02-28. Держ. ком. нафтової, газової та нафтопереробної промисловості]. – К., 1996. – 19 с. 10. Пат. 5981 U Україна, МПК 7G01F25/00. Спосіб діагностування засобів витратовимірювальної техніки з рухомими чутливими елементами / Мельничук С.І., Романів В.М., Яковин С.В. [та ін.]; заявники і патентовласники Мельничук С.І., Романів В.М., Яковин С.В. [та ін.]. – № 2004031930; заявл.16.03.04; опубл. 15.04.05, Бюл.№4. 11. Пат. 71492 А Україна, МПК 7G01F25/00. Пристрій оперативного експрес-контролю лічильників природного газу / Карпаш О.М., Карпаш М.О., Петришин І.С. [та ін.]; заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу – №20031213285; заявл. 31.12.03; опубл. 15.11.04, Бюл.№11. 12. Пат. 84908 U Україна, МПК G01F25/00, G01F5/00. Спосіб діагностики лічильників газу в експлуатації / Петришин І.С., Кузь М.В., Петришин Н.І. [та ін.]; заявник і патентовласник Державне підприємство "Івано-Франківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації". – № a200609753; заявл.11.09.06; опубл. 10.12.08, Бюл.№23. 13. Пат. 16522 U Україна, МПК (2006) G 01 F 25/00. Спосіб діагностування та перевірки побутових лічильників газу / Середюк О.Є., Чеховський С.А., Винничук А.Г. та ін. заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу – №u200601289; заявл. 09.02.06; опубл. 15.08.06, Бюл.№8. 14. Середюк О.Є. Мобільна установка для бездемонтажного діагностування побутових лічильників газу / О.Є.Середюк, А.Г.Винничук // Нафтогазова енергетика. – 2007. - №3. – С.76-80. 15. Пат. 17355 U Україна, МПК G01F25/00, G01F5/00. Спосіб перевірки витратомірів і лічильників газу та рідин / Середюк О.Є., Середюк Д.О.; заявники і патентовласники Середюк О.Є., Середюк Д.О. – № u200603913; заявл.10.04.06; опубл. 15.09.06, Бюл.№9. 16. Повірочна установка побутових лічильників газу ІФГА3-PVT / www.gaz.if.ua. 17.Установка для поверки счетчиков газа «КРАБ-М» / http://www.irga.ru/Produktion/sredstva-poverki/Krab_M.html. 18. Установка для поверки счетчиков газа СПУ-3 / http://www.turbo-don.ru. 19 Прибор для проверки модели 5 2М/10М / http://www.dresser.com.

Поступила в редакцію 16.05.2011р.

Рекомендував до друку докт. техн. наук, проф. Пістун Є.П.