

комерційних транзитних операцій, а також підвищення довіри між постачальниками і споживачами газу. Для реалізації цієї важливої задачі ЄС виділив 3.2 млн. Євро, з яких 1.6 млн. Євро були назначені саме для ГВС „Гребеники”. Ця сума входила в так звану технічну допомогу, тобто поставку обладнання, тендер на яку виграла компанія „Інстромет”.

Варто сказати, що ця бельгійська компанія є на сьогоднішній день світовим лідером по виробництву високоточних приладів обліку газу. Більш того, представники компанії провели шефмонтажні, пускові роботи на ГВС „Гребеники”, навчання українських фахівців. ГВС „Гребеники” стала тільки першим етапом в процесі переходу українських ГВС на сучасний рівень щодо обліку газу.

До складу ГВС „Гребеники” включено вісім замірних ниток діаметром 500 мм, на кожній з них встановлено послідовно діафрагму і ультразвуковий лічильник Q.Sonic фірми “Інстромет”. Таке дублювання різних методів вимірювання збільшує

надійність отриманих результатів вимірювань.

Внаслідок того, що при експлуатації вказаних комплексів в кожному з них виникають додаткові похибки протилежних знаків, є можливість при виникненні розходжень їх показів оперативно відслідковувати недостовірність вимірювань та вчасно здійснити профілактичну очистку і/або звіряння обох комплексів.

Сьогодні в нашій країні існує 8 ГВС і вважається, що в найближчі декілька років всі вони будуть переобладнані по прикладу ГВС „Гребеники”. В будь-якому випадку вдаль і якісне завершення проекту щодо ГВС „Гребеники” вселяє певну надію, що представники ЄС розширять своє фінансування в цій області, що значно прискорить цей процес. Існування ГВС „Гребеники” стало наглядним прикладом того, що Україна може працювати в умовах європейських стандартів і володіє можливостями, щоб на повну потужність реалізувати значний потенціал вітчизняної газотранспортної системи.

УДК 681.121.04

ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ І КІЛЬКОСТІ ГАЗУ НА ОСНОВІ ЗМІНИ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМІВ КОНТРОЛЬОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

© Мельничук С.І., Пашкевич О.П., 2003

Івано-Франківський інститут менеджменту та економіки “Галицька академія”

Розглянуто найбільш поширені методи вимірювання витрати та кількості газу, запропоновано новий метод вимірювання, який ґрунтується на зміні спектральних характеристик випадкових процесів, що генеруються вимірюваним середовищем

Джерела інформації, які використовують для вимірювання витрати і кількості (об’єму, маси) речовин, реалізуються шляхом введення у вимірюване середовище чутливих елементів, зміна фізико-хімічних параметрів яких пропорційна до швидкості переміщення вимірюваного середовища [1, 2].

Широке розповсюдження отримали лічильники та витратоміри з механічними чутливими елементами, які приводяться в рух за рахунок енергії потоку контрольованого середовища (турбінні, роторні, барабанні, мембранні). Метод вимірювання в таких пристроях об’ємний, суть його полягає у визначенні величин швидкості зміни положення та кількості повних циклів роботи мірного елемента. Такі засоби порівняно нескладні при виготовленні і забезпечують достатню точність вимірювання, а також мають незначну чутливість до фізико-

хімічних властивостей вимірюваного середовища. Проте пристрої цього класу характеризуються низькою експлуатаційною стійкістю, створенням значних пневматичних чи гідравлічних опорів по тракту транспортування, що приводить до додаткових енергетичних затрат, необхідності застосування додаткових вимірюваних перетворювачів для визначення параметрів середовища (температури, вологості тощо), а також низької швидкодії [1, 2].

Засоби безконтактного вимірювання величин витрати та кількості, до яких належать ультразвукові лічильники та витратоміри, більш ефективні, оскільки не створюють додаткових опорів при протіканні через них вимірюваного середовища, забезпечують достатньо високу точність при індивідуальному градуванні, мають високу швидкодію і, як наслідок, забезпечують можливість викорис-

тання її в динамічних системах “статистичних вимірювань” витрати та кількості. Метод вимірювання витрати в таких пристроях полягає у визначенні величини зміни швидкості звуку в потоці вимірюваного середовища [3, 4].

Доцільно зазначити, що при вимірюванні параметрів газоподібних середовищ ультразвуковими методами виникає ряд труднощів, які пов’язані з тим, що швидкість розповсюдження звукових коливань неспіврозмірно більша за швидкість переміщення газів і залежить від фізико-хімічних властивостей вимірюваного середовища [2, 4].

Одним з перспективних напрямків реалізації засобів вимірювання величин витрати та кількості газоподібних середовищ а також рідин є використання характеристик випадкових процесів, які

генеруються самим вимірюваним середовищем при його переміщенні.

На основі проведеного аналізу випадкових коливань (шумів), які утворюються внаслідок переміщення, а також зміни теплових, вібраційних та інших фізико-хімічних властивостей вимірюваного середовища пропонується метод визначення об’єму та об’ємної витрати на основі величини зміни спектральних характеристик випадкових процесів (шумів).

Випадкові акустичні коливання – аналогові сигнали, які генеруються контрольованим середовищем, перетворюються у відповідні електричні сигнали, після чого здійснюється їх трансформування в цифрові інформаційні пакети $x(t)$ (рис. 1).

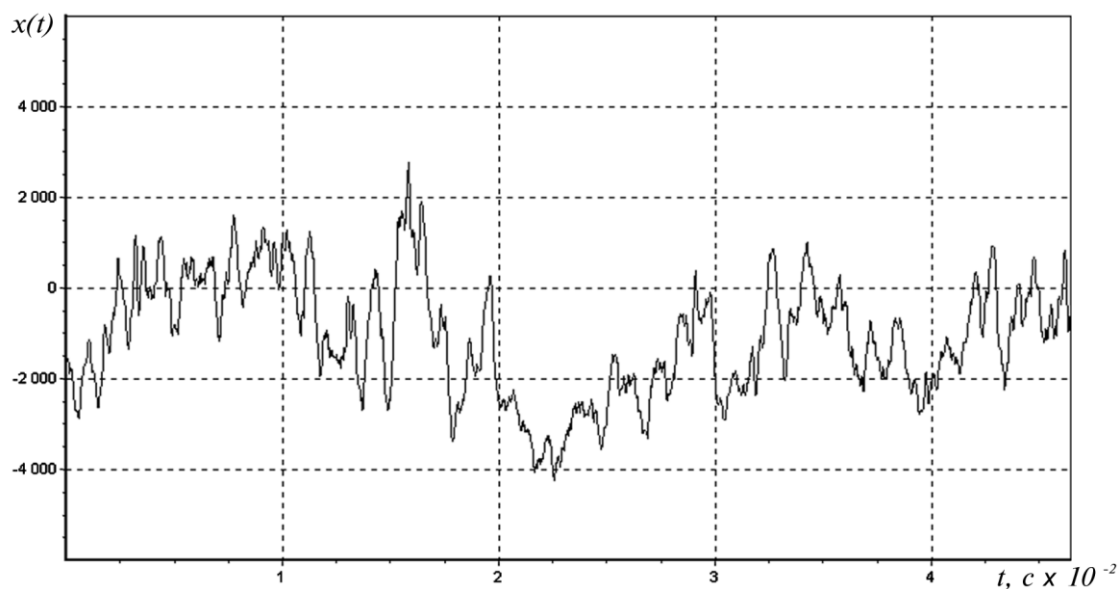


Рис. 1. Акустичні сигнали після аналого-цифрового перетворення для витрати 148,91 м³/год

Для отримання спектральних характеристик цифрових інформаційних пакетів необхідно попередньо визначити їх коваріаційні функції [5]:

$$c_{xx}(k) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (x(t) - x_0)(x(t+k) - x_0), \quad (1)$$

де $x(t)$ – випадкові коливання, що задані у відліках інформаційного пакету $t=1 \dots N$; x_0 – математичне очікування величини $x(t)$.

В результаті проведення проміжного перетворення поданих вище сигналів (рис.1), отримують-

ся залежності (рис.2), які практично можна використовувати для попереднього вимірювання величин витрати та об’єму.

Подальша цифрова обробка випадкових сигналів здійснюється із застосуванням дискретного перетворення Фур’є [5]:

$$C_{xx}(f) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} c_{xx}(k) e^{-j2\pi kf/N}, \quad f = 0 \dots N-1, \quad (2)$$

де $c_{xx}(k)$ – коваріаційні функція пакету випадкових акустичних коливань.

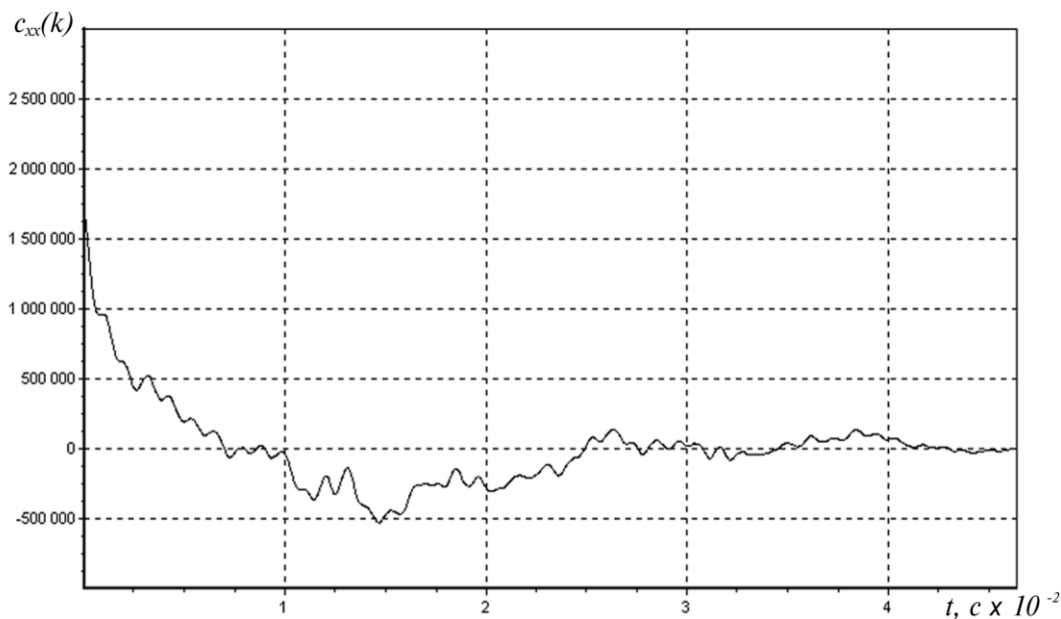


Рис. 2. Функція $c_{xx}(k)$ випадкових акустичних коливань середовища для витрати $148.91 \text{ м}^3/\text{год}$

На основі попередньо проведеного дослідження спектральних характеристик випадкових процесів, які генеруються вимірюваним середовищем (повітрям), для діаметру умовного проходу 80 мм виявлено залежність спектральних характеристик від величини витрати повітря (рис.3).

Як видно із рис. 4, величина енергії випадкових

процесів, яка визначається інтегралом їх спектру, залежить від величини витрати - зміни швидкості переміщення газу по трубопроводі (рис. 4).

Отже залежність енергії шумів потоку газу від величини витрати можна з достатньою точністю описати за допомогою степеневої, експоненціальної або поліноміальної функцій.

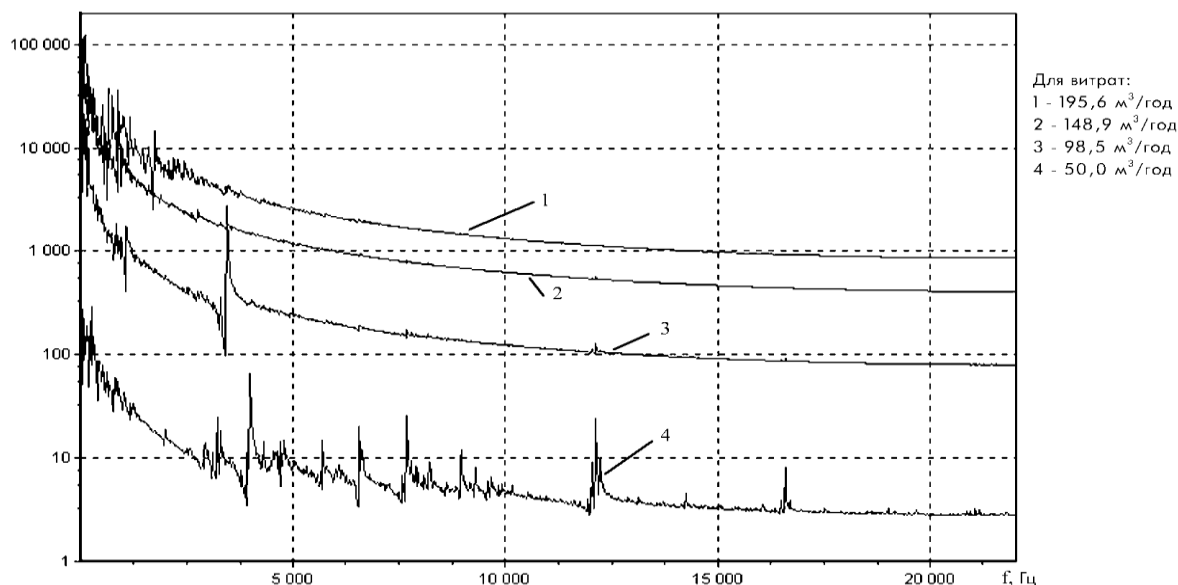


Рис. 3. Спектральні характеристики шумів, що утворюються в наслідок руху вимірюваного середовища для різних величин витрат

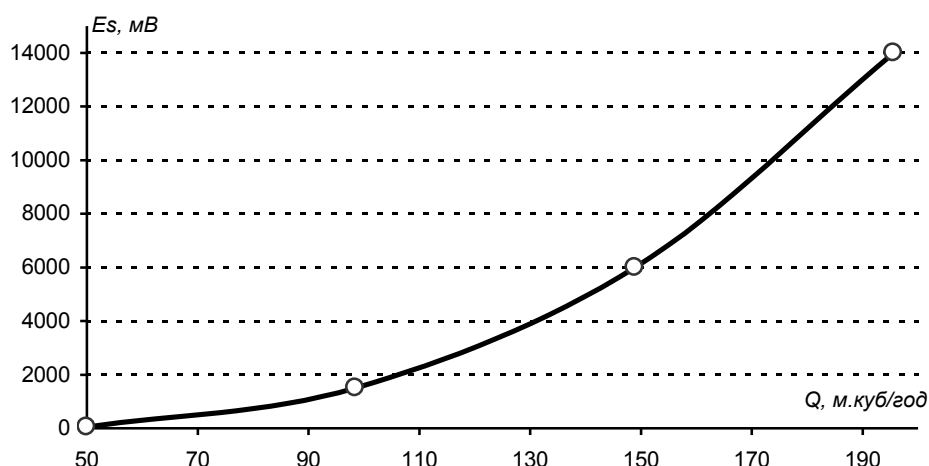


Рис. 4. Залежність енергії випадкових процесів від величини витрати контролюваного середовища

Доцільно зазначити, що підвищення точності вимірювання та зменшення впливу зовнішніх чинників при застосуванні запропонованого методу забезпечується за рахунок виділення частотних смуг, які максимально залежні від витрати контролюваного середовища і не зазнають змін, або такі зміни незначні при наявності інших впливів (періодична вібрація, зміна температури, наявність мікрочастинок тощо). Крім того, оцінка спектру випадкових процесів дозволяє визначити спектральні смуги, які є чутливими до зміни температури та вологості контролюваного середовища, а також наявності макрокомпонентів і

можливих пошкоджень транспортної магістралі.

Важливими факторами ефективної роботи засобів вимірювання є їх експлуатаційні характеристики. Основними параметрами таких характеристик є величина опору, що створюється при протіканні вимірюваного середовища, вплив зовнішніх чинників та фізико-хімічних властивостей газу на точність вимірювання, залежність точності вимірювання від напрямку протікання, чутливість до пошкоджень транспортної магістралі, швидкодія. Ефективність описаних методів згідно обраних характеристик наведена в табл.1.

Таблиця 1 – Порівняння експлуатаційних характеристик методів вимірювання витрати та кількості газу

Назва характеристики	Тахометричний метод	Ультразвуковий метод	Спектральний метод
Створення опору при протіканні вимірюваного середовища	+	—	—
Наявність впливу зовнішніх чинників та властивостей газу на точність вимірювання	+	+	—
Залежність точності вимірювання від напрямку протікання газу	+	—	—
Нечутливість до пошкоджень транспортної магістралі	+	+	—
Невисока швидкодія	+	—	—

Таким чином, проведений аналіз підтверджує ефективність застосування запропонованого спектрального методу вимірювання, причому одним з перспективних напрямків його реалізації є ство-

рення транспортних еталонних засобів для проведення звіряння стаціонарних еталонних установок.

1. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. Справочник. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. – 701 с. 2. Цейтлин В.Г. Расходоизмерительная техника. М.: Издательство стандартов, 1977. – 240 с. 3. Киясбейли А. Ш. и др. Частото-временные ультразвуковые расходомеры

и счетчики. М.: Машиностроение. 1984. – 128 с. 4. Нетесин С.Г. Ультразвуковые счетчики газа “Гобой-1” // Методи та прилади контролю якості, 2001. – №7. – 157 с. 5. Л. Рабинер, Б. Гоулд. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978, – 835 с.

УДК 681.121

МЕТРОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ І АТЕСТАЦІЯ ДЗВОНОВОЇ УСТАНОВКИ ВДДУ-0,44М

© Бродин Ю.І., Бродин З.М., 2003

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Наведено методику проведення метрологічних досліджень, обробки їх результатів та державної метрологічної атестації робочого еталону об'єму газу з границями сумарної відносної похибки $\pm 0.25\%$ в діапазоні витрат від 3 до 1600 м³/год на базі дзвонкової установки ВДДУ-0,44М, спорудженої в АТ “Кримтеплокомуненерго” (м. Сімферополь)

Метрологічні дослідження та державна метрологічна атестація дзвонкової установки ВДДУ-0,44М (далі по тексті – установка), спорудженої в АТ “Кримтеплокомуненерго” (м. Сімферополь), проведені нами спільно з органами Держстандарту України (Івано-Франківським та Кримським ДЦСМС) згідно розробленої програми і методики державної метрологічної атестації.

При відтворенні об'єму похибка установки визначалась за результатами розрахунків середньоквадратичних відхилень (СКВ) та невиключених систематичних похибок (НСП) результатів вимірювання контрольного об'єму газу.

Первинна метрологічна атестація контрольного об'єму дзвона мірника проводилась розрахунково-геометричним методом [1] шляхом вимірювання внутрішнього діаметра дзвону перед його монтажем. Визначення об'єму дзвону при його подальших періодичних звіряннях не вимагає демонтажу і може проводитись за експериментально-розрахунковим методом шляхом вимірювання периметрів його перетинів та товщини стінки.

Атестація контрольного об'єму шляхом вимірювання внутрішнього діаметра дзвону полягає в наступному. Весь об'єм дзвону розбивають на фіксовані об'єми. Для цього вибирають декілька перетинів дзвону по його висоті, починаючи від нижнього краю дзвону. Причому, деяка нижня ділянка дзвону не використовується з метою використання її об'єму для розгону приладів.

Засобами атестації є спеціальний мікрометричний нутромір, виготовлений Сімферопольським машинобудівним заводом та атестований Кримським ДЦСМС,

стрічка зразкова, динамометр, мікроскоп МПБ.

Кількість точок вимірювання внутрішнього діаметра в кожному перетині дорівнювала шести (вимірювання проводять через кожні $(30 \pm 2)^\circ$ дуги). Вимірювання кожного окремого діаметра проводилося по 13 разів. Для проведення вимірювань внутрішнього діаметра дзвін перевертали днищем донизу. На внутрішній поверхні стінки дзвона наносили відмітки на вибраних висотах (по кілька відміток однієї висоти на кожному периметрі). Через отримані відмітки проводили лінії периметрів дзвона. На цих лініях за допомогою зразкової стрічки визначали 12 точок по довжині периметру, що відповідали місцям контакту розсувних упорів мікрометричного нутроміра для вимірювання внутрішніх діаметрів з кроком $(30 \pm 2)^\circ$. Довжина дуги, що відповідає куту $(30 \pm 2)^\circ$, визначалась за формулою $l_{30^\circ} = \pi \bar{d} / 12$, де \bar{d} – середнє значення внутрішнього діаметра дзвону. Для дзвону з внутрішнім діаметром 1800 мм довжина дуги, що відповідає куту 30° , складає (471 ± 2) мм. У відмічених точках за допомогою мікрометричного нутроміра проводили вимірювання внутрішнього діаметра дзвону. Порядок проведення вимірювань у решті перетинах аналогічний. Таким чином одержували інформації у вигляді декількох масивів для 6 значень діаметра по 13 вимірювань в кожному перетині дзвону. Далі отримані результати обробляли за допомогою ПЕОМ за допомогою програми, розробленої на основі розрахунково-геометричного методу. За одержаними результатами вимірювання внутрішнього діаметра дзвону обчислювали його СКВ.

Поділки шкали мірника у м³ наносили під час