

МЕТОД ОБЧИСЛЕНЬ ВИТРАТИ ГАЗУ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЇ ШУМІВ

Николайчук Я.М.¹⁾, Саміла О.О.²⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ д.т.н., професор; ²⁾ магістрант

І. Постановка проблеми

Розвиток сучасних систем та засобів вимірювання витрати газу обумовлюється мінімізацією апаратно-технічних засобів з одночасним впровадженням нових інформаційних технологій та мікропроцесорних систем, які розширюють їх функціональні можливості. Крім того, інтенсивно проводяться дослідження уже існуючих методів вимірювання з метою мінімізації експлуатаційних затрат та покращення метрологічних характеристик.

ІІ. Мета роботи

Одним з перспективних напрямків досліджень є системи і засоби вимірювання, в яких відсутні чутливі елементи механічного типу, оскільки вони піддаються механічному зношенню, що в свою чергу погіршує їх метрологічні характеристики. Таким чином, тенденція реалізація сучасних засобів вимірювання витрати на підприємствах нафтової та газової промисловості в основному ґрунтується на відсутності первинних перетворювачів механічного типу. В ході досліджень встановлено, що внесення у вимірювальне середовище турбулізатора різних геометричних форм зумовлює зміну характеристик випадкових акустичних коливань не створених зміною витрати. Важливим питанням є вибір такої форми турбулізатора, що забезпечить ефективний розподіл ентропійних значень витрат по всьому діапазону вимірювання

ІІІ. Аналіз існуючих розробок та впровадження методів вимірювання витрати газу

В сучасних системах контроль та керування теплоенергетичними і хіміко-технологічними процесами неможливе без точного і надійного вимірювання та управління витратами рідин, газів і двофазних потоків. Витратоміри забезпечують облік різних виробничих потоків, а також дозволяють визначити економічну ефективність тих чи інших технічних показників. Крім того, великий клас експериментальних робіт в найрізноманітніших галузях сучасної техніки є немислимий без застосування пристроїв і систем аналізу полів швидкостей і витрат.

Традиційно вимірювання витрати та кількості газу ґрунтується на визначенні енергетичних змін потоку, що відбуваються в контрольованому середовищі, пов'язаних зі зміною величини витрати. Джерела інформації, які використовують для вимірювання витрати і кількості (об'єму, маси) речовин, реалізуються шляхом введення в вимірюване середовище чутливих елементів, зміна фізико-хімічних параметрів яких пропорційна до швидкості переміщення вимірюваного середовища.

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 величини 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, необхідністю індивідуального градування, впливом зміни в'язкості вимірюваного середовища на покази приборів, створенням значних пневматичних чи гідравлічних опорів по тракту транспортування, що приводить до додаткових енергетичних затрат, необхідністю застосування додаткових вимірюваних перетворювачів для визначення параметрів середовища (температури, вологості тощо), наявністю зношуваних опор, що значно скорочує термін служби приборів і призводить до зниження їх точності в процесі експлуатації.

Важливими факторами ефективної роботи засобів вимірювання є їх експлуатаційні характеристики. Основними параметрами таких характеристик є точність, величина діапазону вимірювання, наявність 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 заданих критеріїв за 5-бальною шкалою наведено на рисунку 1.

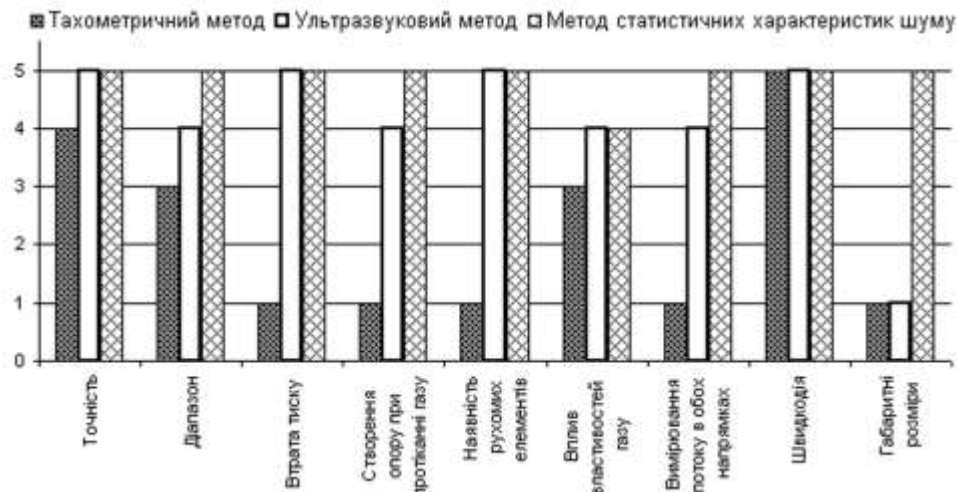


Рисунок 1 - Ефективність методів вимірювання витрати

IV. Вимірювання поточної витрати газу за оцінками ентропії шумів турбулізованого потоку

Метод вимірювання витрати та об'єму газових середовищ, що ґрунтується на зміні ентропійних характеристик випадкових коливань (шумів), які генерує вихроутворювальний елемент (турбулізатор) конусної форми, із застосуванням якого досягається мінімізація впливу сторонніх шумів на вимірювальний процес та чітке розмежування ентропійних характеристик шумів відповідних витрат за всім діапазоном вимірювання.

Почергово досліджувались витрати вимірювального середовища від 0,941 м³/год до 9,89 м³/год і тим самим формувалась функціональна залежність зміни статистичних характеристик випадкових коливань (шумів) газу від зміни величин витрати.

Так як реалізації вимірюваного сигналу S_j є статистично незалежними, то оцінка ентропії визначається формулою Шеннона, тобто ймовірністю того, що сигнал в одному з n приймає стан S_j дорівнює $h(S_j)$:

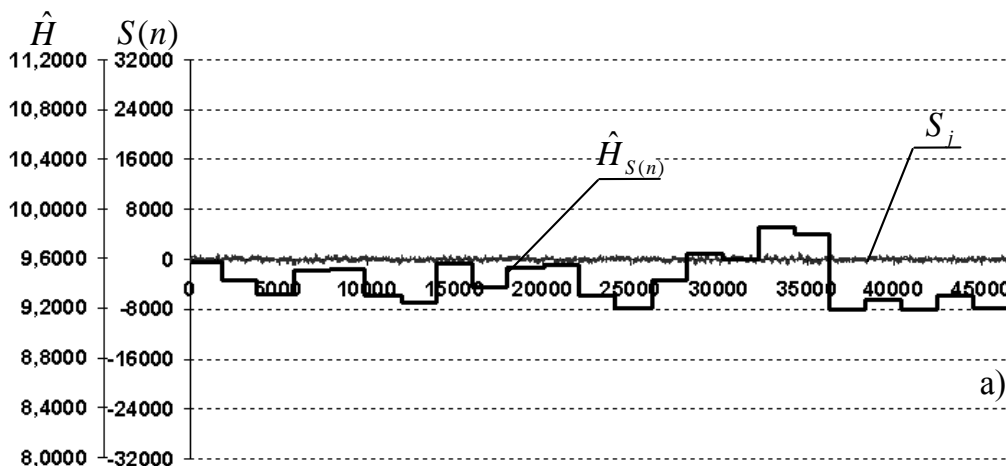
$$\hat{H}_{shS(n)} = -\sum_{j=1}^m h(S_j) \cdot \log_2(h(S_j)), \quad (1)$$

де $h(S_j)$ – відносна частота появи стану S_j , визначається згідно виразу

$$h(S_j) = \frac{n_j}{n}, \text{ для кожного } j = 1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

де n_j – кількість значень вимірювального сигналу, що прийняв стан S_j .

Діапазон зміни $\hat{H}_{S(n)}$ послідовних фрагментів сигналів, що відповідають суміжним витратам потоку газу (рисунок 2а, б, рисунок 3) з їх зростанням зменшується, тобто точність вимірювання зростає.



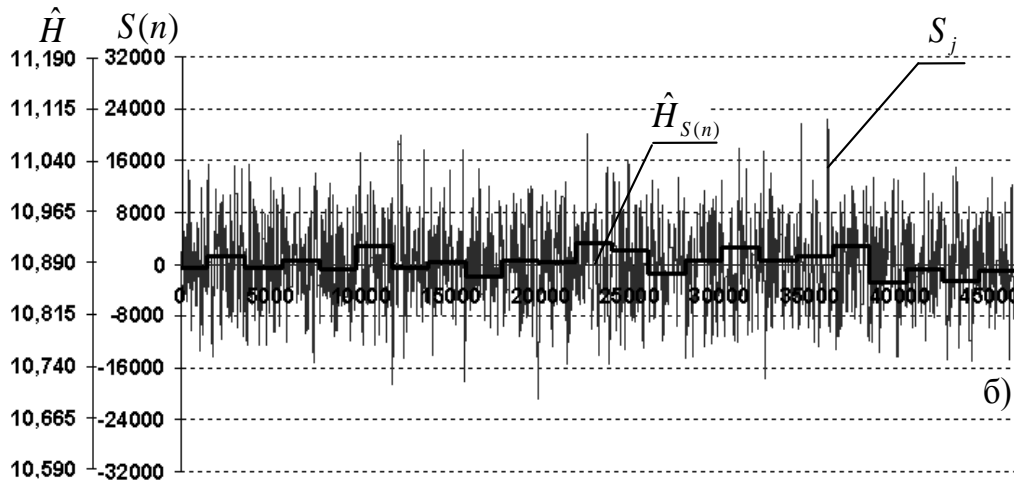


Рисунок 2. - Вимірювальний сигнал $S(n)$ з відповідними оцінками ентропії його послідовних фрагментів $\hat{H}_{S(n)}$ для витрати $1,87 \text{ м}^3/\text{год}$ а) та $5,87 \text{ м}^3/\text{год}$ б), розміру вибірки 2048 відліків.

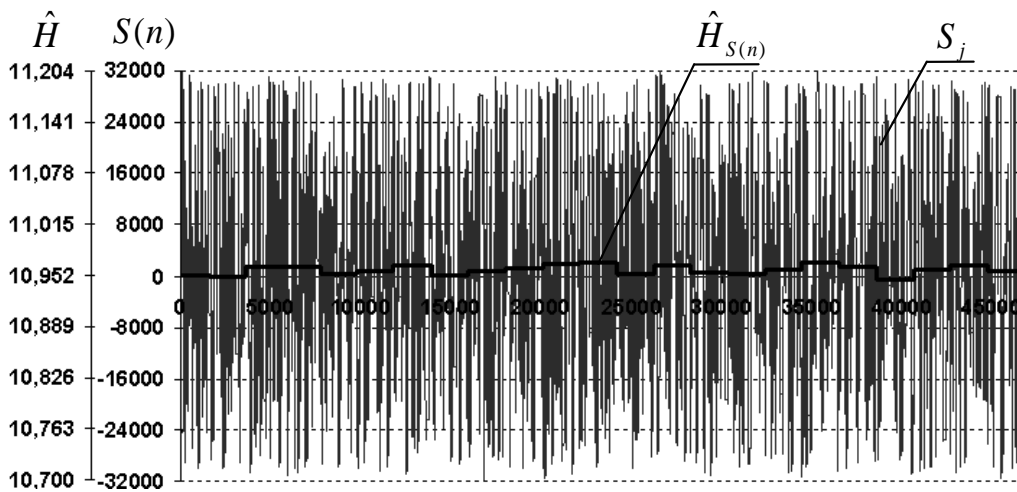


Рисунок 3 - Вимірювальний сигнал $S(n)$ з відповідними оцінками ентропії його послідовних фрагментів $\hat{H}_{S(n)}$ для витрати $9,89 \text{ м}^3/\text{год}$, розміру вибірки 2048 відліків.

Висновок

Основними перевагами такого підходу до вимірювання витрати газу є те, що характеристика практично не залежить від амплітуди випадкових коливань зумовлених конструктивними особливостями трубопроводу, а в більшій мірі залежить від зміни поточних статистичних характеристик шумів, які генерує турбулізатор.

Технічний результат від використання способу вимірювання витрати газових середовищ полягає у значному зменшенні впливу сторонніх шумів на вимірювальний процес і, як наслідок, підвищенні точності вимірювання.

Список використаних джерел

1. Николайчук Я.М. Теорія джерел інформації. Тернопіль. - М.: ТзОВ, 2010. – 396с.
2. Николайчук Я. М. Теоретичні основи мір ентропії та їх застосування в інформаційних технологіях формування та опрацювання сигналів / Я. М. Николайчук, А. Р. Воронич // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2010. – № 1. – С. 50-63.
3. Пітух І. Кореляційні та ентропійні моделі об'єктів управління розподілених комп'ютерних мереж// Наукові вісті інституту менеджменту та економіки "Галицька академія". Ів. Франківськ.–2006. – № 2 (10).– С.117 – 120.