

СЕКЦІЯ 8
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ В
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННІ

УДК 681.121

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ
МАГІСТРАЛЬНИМИ ГАЗОПРОВОДАМИ

Крук І.С., ДК «Укртрансгаз», НАК «Нафтогаз України», м. Київ, Україна

У зв'язку зі суттєвим зростанням ціни на природний газ як енергоносія, більш нагальними і першочерговими завданнями стали впровадження енергозберігаючих технологій, економного використання енергоносіїв, забезпечення високоточного вимірювання витрати та кількості природного газу, а також мінімізація втрат газу.

При визначенні втрат природного газу при його транспортуванні магістральними газопроводами (МГ) необхідно:

- створити єдину діючу базу нормативних документів і державних стандартів при визначенні кількості природного газу на вхідних/вихідних ГВС, підземних сховищах газу та газорозподільних станціях усіх категорій газотранспортної системи України (ГТС);

- розробити заходи з впровадження нових міждержавних стандартів ДСТУ ГОСТ 8.586.1-5.2007 для підвищення точності вимірюванні витрати газу витратомірами змінного перепаду тиску (ВЗПТ);

- провести технічний моніторинг (паспортизацію) усіх об'єктів ГТС з метою їхньої сертифікації, поновлення інформаційно-пошукової системи базами даних (БД) для забезпечення достовірності розрахунків витрат і втрат газу в системі МГ;

- розширити систему збирання та передавання даних ще й інформацією від обчислювачів витрати вхідних газовимірювальних станцій (ГВС) ВАТ “Газпром” для розрахунку балансових витрат і втрат, підтвердження достовірності результатів вимірювання температури, абсолютного тиску, густини та об'єму газу за стандартних умов, компонентного складу газу, температури точки роси, яка повинна відповідати вимогам діючої Технічної угоди, згідно до якої значення точка роси природного газу по волозі, що виміряна при робочому тиску і перерахована до тиску 3,92 МПа (40 кг/см²) для концентрації водяної пари при стандартних умов, не може бути вище мінус 8⁰С;

- розробити Методику розрахунку витрат і втрат газу на виробничо-технологічні потреби (ВТП) при витоках газу через нетипові елементи, ГПА компресорних станцій, що експлуатуються в ГТС України більше 30 років;

— використання переносних засобів вимірювання для визначення реальних витоків природного газу та створення інформаційно-вимірювальних систем обліку втрат газу в місцях його витoku.

Найвагомішою часткою у структурі ВТП є паливний газ, який забезпечує роботу газоперекачуючих агрегатів (ГПА) і становить близько 80%. Для вимірювання витрати паливного природного газу використовують вимірювальні комплекси, що містять діафрагму (Д), обчислювач, на вхід якого поступають сигнали від перетворювачів відповідно перепаду тиску на Д, абсолютного тиску перед Д та температури газу за або перед Д, а також від потокових хроматографів, густиномірів і вологомірів відповідно значень мольних долей компонентного складу, розрахункової та вимірної густин газу за стандартних умов вимірювання, температури точки роси по волозі. Серед інших втрат можна виділити балансові втрати/притоки (розбаланси), технічні та технологічні витрати та втрати.

Для розрахунку нормованих витрат природного газу на виробничо-технологічні потреби застосовують чинну Методику визначення обсягів витрат природного газу на ВТП під час його транспортування ГТС та зберігання в підземних сховищах. Київ, 2006, 98 с.

Ключові слова: природний паливний газ, втрати, витрата, методика, точка роси, вимірювальні комплекси, достовірність результату вимірювання, газотранспортна система.

УДК 681.121

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ ТА КІЛЬКОСТІ РІДИН І ГАЗІВ

Коробко І.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Значення витратомірів та лічильників кількості рідини, газу і пари в сучасному індустріальному суспільстві дуже велике. В нинішніх умовах необхідності максимальної економії паливно-енергетичних та водних ресурсів (ПЕВР) до вимірювальних перетворювачів їх витрат та кількості (ВПК) висуваються досить високі вимоги. В першу чергу це стосується їх метрологічних та експлуатаційних характеристик.

Для побудови сучасних ВПК необхідно створити комплексну систему їх проектування з раціональними конструктивними параметрами та заданими метрологічними характеристиками. Особливо важливо розробити принципи проектування оптимальних конструкцій ВПК шляхом раціонального профілювання їх вимірювальних камер та чутливих елементів (ЧЕ), направленою на отримання високої чутливості, точності вимірювання, високої

повторюваності вимірювань, забезпечення мінімального впливу на характеристики вимірювального потоку та інше.

В доповіді розглядаються питання профілювання ЧЕ ВПВК швидкісного типу за такими методами: профілювання на розгортці циліндричної поверхні зовнішнього радіуса чутливого елемента, застосування лінійчатих поверхонь, профілювання плоских перерізів лопаток із застосуванням поліномів третього степеню для подання угнутої частини профілю та його спинки від вхідної кромки до горла каналу, метод профілювання плоских перерізів лопаток турбін, який базується на синтезованій функції, основною складовою якої є показова функція та багато інших.

Аналіз результатів геометричного моделювання за різними методами профілювання показав, що для проектування ЧЕ швидкісних ВПВК доцільно використовувати метод профілювання плоских перерізів турбінок, який базується на синтезованій функції, основною складовою якої є показова функція і потребує мінімум вихідних даних.

Ключові слова: витрата, вимірювальний перетворювач, проектування.

УДК 681.121.04

ВПЛИВ ДОВЖИНИ ПРЯМОЇ ДІЛЯНКИ ТРУБОПРОВОДУ НА ЕНТРОПІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХРОВИХ АКУСТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ДЛЯ ТУРБУЛЕНТНИХ ПОТОКІВ ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩ

Мельничук С.І., Рудак С.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Метрологічні характеристики перетворювачів витрати газу залежать від режиму протікання контрольованого середовища, на який впливають різні чинники, зокрема наявність місцевих опорів, їх конструктивні особливості та віддаленість від замірної ділянки. При використанні ентропійних оцінок шумів потоку газу, як носія, інформації про поточну витрату основним чинником, який буде спотворювати вимірювальну інформацію є акустичні коливання, що породжені місцевими опорами.

З метою встановлення наявності та величини таких спотворень, що спричиняються місцевими опорами проведено ряд експериментів на базі стаціонарної дзвонової установки ІВФ “Темпо” м. Івано-Франківськ, границі основної відносної похибки якої $\pm 0,13\%$ (свідectво про перевірку №113), для трубопроводу діаметром $D = 30$ мм з робочим тиском 114,0 мм водяного стовпчика, робоче середовище – повітря. Дослідження проводились на турбулентних потоках для прямолінійних ділянок трубопроводів довжиною $145D$, $100D$, $75D$, $50D$, $25D$ та витрат $6 \text{ м}^3/\text{год}$, $8 \text{ м}^3/\text{год}$, $10 \text{ м}^3/\text{год}$. Схему замірної ділянки вимірювання витрати подано на рис.1.

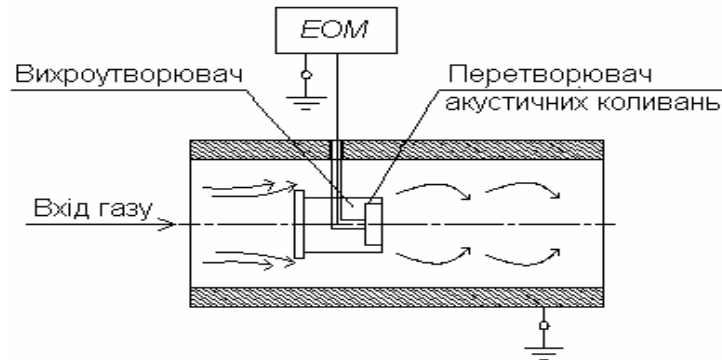


Рис.1. Схема вимірювання витрати газу

В результаті проведених досліджень встановлено, що прямолінійні ділянки трубопроводу довжиною $145D$, $100D$, $75D$ та $50D$, практично однакові, оскільки флуктуація математичного сподівання M_x оцінок ентропії в мажах однієї витрати значно менші ніж їх СКВ. Доцільно зазначити, що при зменшенні величини витрати флуктуація M_x зростає. Для прямолінійних ділянок менших довжин спостерігається зростання флуктуації M_x .

В подальшому планується дослідити вплив прямолінійних ділянок для перехідного та ламінарного режимів протікання газових середовищ, в діапазоні витрат $1 - 4 \text{ м}^3/\text{год.}$ ($Re = 2300$ відповідає витраті $3,1214 \text{ м}^3/\text{год.}$).

Ключові слова: витрата, перетворювач, оцінки ентропії, місцеві опори.

УДК 621.643

ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ПРОКЛАДАННЯ НЕМЕТАЛЕВИХ ГАЗОПРОВОДІВ ПІД ТИСКОМ

Ващишак С.П., Мазурик І.З., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Останнім часом в Україні інтенсивними темпами прокладаються неметалеві поліетиленові газопроводи, кількість яких невідомо зростає. Темпи їх прокладання на порядок перевищують темпи прокладання металевих газопроводів. Це пояснюється дешевизною труб, простою технологією їх зварювання, довгим терміном експлуатації та високими технічними характеристиками.

Однак, неметалеві газопроводи мають суттєві недоліки. По-перше, вони мають значне видовження (більше 20% від довжини), яке з часом зростає. По-друге, вони не проводять електричний струм, а отже, їх неможливо знайти безконтактними електромагнітними засобами контролю, які використовуються для металевих трубопроводів. Для усунення другого недоліку поряд з газопроводом при його прокладанні розміщують алюмінієвий чи мідний провід в ізоляції, по якому можна пропускати струм і знаходити місце прокладання газопроводу. Однак, через один – два роки провід переривається внаслідок корозії, або різниці у коефіцієнтах видовження з матеріалом трубопроводу, що

призводить до додаткових напружень у проводі і його розриву.

В даний час використовуються два основні методи визначення місць прокладання неметалевих газопроводів: акустичний і електромагнітний. Акустичний метод полягає у збуренні в тілі трубопроводу акустичних хвиль і прослуховування їх з поверхні ґрунту за допомогою геомікрофону. Цей метод є малоефективним (довжина ділянки контролю – до 60 м.). Для електромагнітного контролю трубопровід необхідно заповнити водою і опустити в неї електрод генератора. Цей метод є довготривалим і дорогим.

Нами запропоновано місце прокладання неметалевих газопроводів визначати за інтегралом фазового зсуву електромагнітного випромінювання геомагнітного поля Землі, величина якого суттєво змінюється на границі переходу середовищ з різною густиною (ґрунт – поліетилен). Для цього використано високочутливий селективний підсилювач низької частоти (6-8 кГц) з фазовим детектором. Антенною пристрою служить короткий симетричний вібратор з коефіцієнтом направленої дії 0,375. Це дає змогу одночасно охоплювати зону по ширині біля 1м. Вимірювання починаються від початку газопроводу. При цьому знаходиться максимальний фазовий зсув сигналу над трубопроводом, який вказує на його межі. Далі здійснюється сканування антенною на відстані 0,3 м. над поверхнею ґрунту з метою знаходження зафіксованого фазового зсуву. Це дає змогу визначити вісь неметалевого газопроводу під тиском, не виводячи його з експлуатації

Ключові слова: неметалевий газопровід, поліетилен, фазовий зсув.

УДК 681.121

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОВМІСТУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

*Романів В.М., Бабій Р.Р., Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

В умовах складної ситуації у паливно-енергетичному комплексі України, зростанні вартості енергоносіїв та їх дефіциті постала гостра необхідність контролю не тільки за спожитим природним газом, але і за його енерговмістом.

Енерговміст природного газу безпосередньо залежить від кількості газу, який пройшов через замірний вузол та від вмісту вуглеводневих (горючих) газів у газовій суміші, які впливають на теплотворну здатність природного газу.

Нами була розроблена система для контролю енерговмісту природного газу на газопроводах середнього тиску. Система складається із багатоканального потокового інфрачервоного (ІЧ) газоаналізатора для вимірювання основних вуглеводневих газів (CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8), замірного вузла в який входять давачі тиску, температури і турбінний лічильник газу оснащений пристроєм для кодування вимірювальної інформації в базисі Галуа, а також обчислювача для

визначення енерговмісту природного газу на основі розробленої математичної моделі, яка дозволяє розрахувати об'ємну частку у газовій суміші газів $C_4H_{10}+$.

На випробувальній установці, яка змонтована на базі газорозподільного пункту було досліджені характеристики розробленої системи. Зокрема перевірялась похибка визначення теплотворної здатності газу при зміні тиску та температури, а також проводилась перевірка роботоздатності пристрою перетворення, яким модернізовано турбінний лічильник газу. Дослідження проводились на протязі лютого місяця 2009 року і порівнювались із показами робочого еталону (лічильник газу турбінного типу) та показами хроматографа «Кристалл- 2000».

Як показали дослідження при зміні тиску газу від 50 до 150 кПа похибка визначення енерговмісту змінюється від 2,288 до 2,294 % при постійній температурі 20 °С. Відносна похибка визначення енерговмісту газу при сталому тиску 100 кПа та зміні температури газу від +2 до +23 змінювалась від 2,276 до 2,281%. При використанні запропонованого пристрою перетворення у комплекті з турбінним лічильником збіжність показів визначення об'єму газу підвищилась на 18%. Для перевірки адекватності моделі, яка покладена в основу системи контролю енерговмісту природного газу, було проаналізовано теплотворну здатність газу на 23-ох газопроводах Західної України. Відносна похибка моделі визначення теплотворної здатності природного газу склала 2,73%.

Ключові слова: енерговміст, ІЧ-газоаналізатор, система контролю, модель.

УДК 681.121

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

*Белей С.М., Піндус Н.М., Івано-Франківський національний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

В даний час якість газу визначається різноманітними параметрами. Оскільки Україна є потужним транспортером газу то слід орієнтуватися в тих параметрах, за якими якість газу оцінює приймач. Одним з найпоширеніших параметрів для визначення якості газу в західній Європі є число Воббе (або індекс Воббе) – відношення питомої теплоти згоряння газу до його густини [1]. Величина енергії, що затрачується на транспортування газу залежить від його густини. А кількість теплоти отриманої при спалюванні цього газу є власне тим, заради чого цей газ і закуповується. Тому число Воббе і показує наскільки ефективним є транспортування енергії що міститься в газі.

Провівши аналіз компонентного складу газу за даними з різноманітних родовищ було визначено що в газовій суміші присутні наступні компоненти, вміст яких регламентований технічними умовами на гази горючі природні (ТУ У 320.00158764.007-95): метан, вода (пара), азот, кисень, етан, сірководень, вуглекислий газ, пропан, бутан, пентан. Також цим нормативним документом

регламентовано питому теплоту згоряння газу.

Згідно з вищевказаним ТУ концентрація води та важких вуглеводнів вказана як гранично допустима температура точки роси для цих компонентів. Оскільки їх скраплення в умовах транспортування може призвести до різкого зростання густини природного газу, що транспортується а також до утворення гідратних пробок у газопровідній арматурі.[2]

Крім того наявність певної кількості вологи у складі газу у сполученні з сірководнем та вуглекислим газом може призвести до пришвидшення корозії трубопроводу, а не тільки до зменшення якісних показників газу[2].

Науковий та практичний інтерес наразі представляє встановлення характеру залежності між густиною природного газу та його вологістю до і після проходження елементу гідравлічного опору.

Ключові слова: якість газу, компонентний склад газу, число Воббе.

Література

1. Report on Gas Quality arrangements in Republic of Ireland/Bord Gais Networks 2008.
2. Лозинський С.В., Баскаков В.О., Гордієнко І.А./Як виміряти вологість газу? // Нафтова і газова промисловість, №5. – 1998 – С.60.

УДК 681.121

КОМПЕНСАТОР ТЕМПЕРАТУРИ ГАЗУ ДЛЯ СИСТЕМ ВНУТРІШНЬО-БУДИНКОВОГО ОБЛІКУ

¹⁾Кузь М.В., ²⁾Гайдук М.В., ¹⁾ПВНЗ «Галицька академія», м. Івано-Франківськ, Україна;
²⁾ДП «Львівстандартметрологія», м. Львів, Україна

Вимогою до побутових та комунальних лічильників та витратомірів газу є незалежність результатів вимірювань від впливових факторів і збереження працездатності і заданих характеристик після дії цих факторів. Для того, щоб облік газу був точним, вимірювання об'єму газу за допомогою лічильника необхідно здійснювати в стандартних умовах або приводити вимірюваний лічильником об'єм газу до стандартних умов (за ГОСТ 2939) за допомогою, так званих, коректорів-компенсаторів температури газу. Однак, в побутовій сфері компенсаторами температури обладнано лише біля 5% лічильників газу.

Розроблений компенсатор температури газу є новим конструктивним елементом в системі обліку газу, який забезпечує пряму корекцію об'єму газу і компенсацію впливу температури на вимірюваний об'єм, що дозволяє підвищити точність і достовірність обліку газу, за рахунок усунення методичної похибки вимірювань.

В систему обліку газу, що включає газопровід, запірну арматуру і лічильник газу, який не містить елементів температурної компенсації, додатково, безпосередньо на газопроводі, встановлюється компенсуючий пристрій, що складається з температурного компенсатора, виконаного у вигляді біметалічної пластини з'єднаної одним кінцем із газопроводом, іншим – з теплообмінником,

площа поверхні (площа теплообміну) якого змінюється в залежності від значення температури газу, що протікає в газопроводі. Завдяки збільшенню чи зменшенню площі теплообміну, відповідно, відбувається збільшення або зменшення інтенсивності теплообміну між газом, що протікає в газопроводі та повітрям в приміщенні, де встановлений лічильник газу. Таким чином, температура газу, що поступає в лічильник, досягає значення температури повітря в приміщенні, яке, в свою чергу, практично дорівнює значенню температури за стандартних умов (20 °C).

Введення в систему обліку газу механічного компенсатора дозволить без заміни існуючого лічильника газу компенсувати вплив температури газу на обліковані об'єми газу, тобто привести величину облікованого об'єми газу до стандартних умов. Такий пристрій дозволить підвищити точність обліку газу лічильниками, в найхолодніші місяці року, до 5 – 8 %.

Ключові слова: компенсатор температури газу, стандартні умови, лічильник газу, точність обліку.

УДК 681.121.84

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ВИТРАТОМІРІВ ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ

*Пістун Є.П., Лесовой Л.В., Матіко Ф.Д., Масняк О.Я., НУ «Львівська політехніка», ЗАТ
«Інститут енергоаудиту та обліку енергоносіїв», м. Львів, Україна*

В зв'язку із введенням в дію нового комплексу міждержавних стандартів ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2005 виникає необхідність перевести облік плинних енергоносіїв (природний газ, вода, пара тощо) під вимоги цих стандартів. Такий облік здійснюється витратомірами змінного перепаду тиску (ВЗПТ). А це значить, що всі ВЗПТ повинні проектуватися у відповідності до цих стандартів.

Проектування ВЗПТ – багатоваріантна задача. З врахуванням суттєвих відмінностей нових стандартів від застосовуваних раніше ця задача є і достатньо складною. Для спрощення процедури впровадження нових стандартів і, відповідно, розрахунку та проектування ВЗПТ енергоносіїв в ЗАТ «Інститут енергоаудиту та обліку енергоносіїв» розроблена комп'ютерна програма – система автоматизованого розрахунку та проектування витратомірів змінного перепаду тиску САПР „Расход-РУ” (надалі САПР). Ця САПР відповідає ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2005, а також його відповіднику в Україні – ДСТУ ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2007, вона атестована в Укрметртестстандарті Держспоживстандарту України і сертифікована в ФГУП ВНИИМС (Російська Федерація).

САПР призначена для проектування витратомірів 48 різних середовищ, зокрема природного газу, вологого нафтового газу, води, перегрітої пари, повітря, кисню, азоту, різних газових сумішей тощо. При цьому, для природного газу в САПР реалізовані усі на сьогодні узаконені методики

розрахунку коефіцієнта стисливості газу (NX19 мод.; УС GERG-91 мод.; УС AGA8-92DC; УС ВНИЦ СМВ; СД 7-2005). САПР дозволяє виконати проектування ВЗПТ і вузла обліку енергоносія, оптимального за точністю вимірювання, тобто вузла обліку енергоносія, що забезпечить мінімальне значення невизначеності результату вимірювання витрати та кількості енергоносія. САПР дозволяє також обчислювати значення витрати середовища.

Представлена САПР – це інтерактивна система. Завдяки цьому в процесі розрахунку та проектування ВЗПТ аналізується кожен крок користувача і, в разі помилки чи будь-яких невірних дій користувача, САПР видає йому відповідні підказки та рекомендації. Особливо цінним є те, що САПР завжди перевіряє дотримання умов нових нормативних документів і якби навчає користувача їх особливостям. Отже за допомогою САПР не тільки автоматизується процес розрахунку та проектування ВЗПТ, але й забезпечується виконання вимог ДСТУ ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2007.

Ключові слова: система автоматизованого проектування; витратомір змінного перепаду тиску; облік енергоносіїв; точність обліку.

УДК 658.26

ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

¹)Калінчик В.П., ¹)Кульбачний П.В., ²)Прокопенко В.В., ¹)НДІ “Енергія” Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, ²)ІЕЕ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Облік і контроль споживання енергії на підприємствах необхідні для організації служби енергоменеджменту, нормування енергоспоживання, а також для розрахунків з енергопостачальними організаціями.

Електроспоживання підприємства характеризується показниками, які визначають взаємодію підприємства з електропостачальною організацією:

- активна електроенергія, спожита за розрахунковий період;
- реактивна електроенергія, спожита за розрахунковий період;
- показники якості електроенергії на межі розподілу балансової приналежності електричних мереж відповідно до ДСТУ 13109-97.

Взаємини енергосистеми із споживачами електроенергії регламентуються директивними, нормативними й інструктивними матеріалами. Ці взаємини передбачають вирішення ряду питань, які умовно поділяються на дві групи юридично-правові та оперативно-диспетчерські.

Для здійснення регулювання потужності підприємства збирання і оброблення інформації щодо електроспоживання повинне здійснюватися автоматично. Для цього використовують АСОЕ різного типу, ці системи забезпечують технічний і комерційний облік спожитої електроенергії

відповідно до діючих тарифів, контроль її витрат, видачу необхідної інформації в цифровій формі для енергоменеджера, контроль і фіксацію перевищення ліміту електроспоживання.

Завдяки застосуванню АСОЕ і ряду пакетних програм для електронно-обчислювальної техніки на підприємствах досягається економія енергоресурсів за рахунок раціонального використання електроустаткування і вирівнювання піків споживання в години ранкового і вечірнього максимумів.

АСОЕ призначені насамперед для великих систем електроспоживання, де дуже важко, а часом і неможливо зробити достатньо точний облік електроспоживання. За будовою ці системи являють собою сукупність організаційно-технічних підсистем, які забезпечують вироблення рішень на основі автоматизації інформаційних та обчислювальних процесів, пов'язаних з енергетикою. АСОЕ також призначена для забезпечення ефективного контролю за режимами електроспоживання за потужністю і енергією, керування навантаженням споживачів-регуляторів протягом доби, коротко- і довгострокового планування режимів електроспоживання, формування статистичної звітності та інших задач функціонування систем електропостачання. Всі підсистеми АСОЕ використовують стандартні апаратні інтерфейси й протоколи передачі даних.

Ключові слова: електроспоживання, автоматизована система обліку енергоресурсів (АСОЕ), служба енергоменеджменту

УДК 658.26

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

¹⁾Прокопенко В.В., Степанова В.І.²⁾ Кульбачний П.В., ³⁾Гребенюк Т.В., ¹⁾ІЕЕ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; ²⁾НДІ “Енергія” Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна, ³⁾АЕК “Київенерго”.

Енергосервісній компанії під час проведення енергетичного обстеження об'єкту, а також для розроблення заходів з енергозбереження, доволі часто доводиться проводити вимірювання, вибираючи і застосовуючи для цього необхідні методи і засоби. Найчастіше проводяться вимірювання:

- витрат рідини, пари, газу та споживання теплової енергії;
- кількості та якості електричної енергії;
- значень параметрів технологічних процесів, як наприклад: температури, рівня освітленості, рівня рідини, швидкості повітря, складу відпрацьованих газів, вологості і т.ін.;
- тривалості роботи устаткування, систем освітлення, моменту виникнення певних подій та ін.

Для виконання таких робіт існує багато засобів, які умовно можна поділити

на мобільні пересувні пристрої, стаціонарні автоматизовані системи, комерційного та технологічного обліку енерговикористання, управління технологічними процесами, управління режимами енерговикористання, непрямі засоби.

Для визначення параметрів електроенергії можуть застосовуватися амперметри, вольтметри, фазометри, ватметри, варметри, лічильники електроенергії. Також існує багато типів комплексних приладів, які дозволяють здійснювати вимірювання і реєстрацію струму, напруги, активної та реактивної потужності тощо. Необхідно пам'ятати про існування такого інструменту як автоматизовані системи обліку електроенергії (АСОЕ).

Контроль параметрів гарячої води, рекомендується проводити за допомогою теплотічильника. Вимірювання температури навколишнього середовища можна проводити як контактним так і безконтактним методом. Вимірювальне обладнання, яке здійснює безпосереднє вимірювання аеродинамічної потужності, відсутнє, тому аеродинамічна потужність може бути визначена непрямим способом визначивши тиск та витрату газоподібного середовища. Газоаналізатори застосовуються для аналізу процесів горіння, моніторингу викидів, оцінювання ефективності роботи котлів або топків.

На даний час існують комплексні прилади, які дозволяють проводити вимірювання швидкості, тиску й температури потоку повітря, температури і вологості повітря навколишнього середовища тощо.

Наведений перелік параметрів що вимірюються не є обов'язковим, але надає уявлення про основне приладне забезпечення яке може використовуватися при проведенні енергетичного аудиту промислового підприємства.

Ключові слова: енергетичне обстеження, витрата енергоресурсів, вимірювальні пристрої, достовірність інформації.

УДК 681.121

АВТОМАТИЗАЦІЯ СНЯТИЯ ПОКАЗАНИЙ С ПРИБОРОВ УЧЕТА ВОДЫ И ТЕПЛА

Лукаш О.А., ООО «Ин-Прем», г. Киев, Украина

В наше время очень важным фактором является мобильность и точность снятия показаний с приборов учета, это в первую очередь касается приборов установленных в труднодоступных местах. Мы предлагаем три основных варианта по автоматизации учета в зависимости от поставленной задачи, а именно: GPRS передача показаний (система Flash), радиосъем показаний (система Sensus Base, Sensus((S))cout) и проводной съем показаний (протокол M-Bus).

1. Система Flash - это современная GPRS система непрерывной передачи

показаний со счетчиков воды и тепла на сервер данных. К счетчику с импульсным выходом подключается GPRS модуль FlashBox и происходит прямая передача данных на интернет-сервер, используя GPRS каналы мобильных операторов. Данная система обеспечивает абсолютную надежность и исключает человеческий фактор в процессе передачи показаний с приборов. Происходит постоянное соединение с сервером данных по GPRS каналу, передача показаний и сообщений о возможных ошибках в работе системы, архивирование всех полученных показаний на сервере. Для формирования статистики, анализа потребления, построения графиков, определения возможных утечек, разрывов в трубопроводе и т.п. в системе при подключении неограниченное количество приборов.

2. Радиосистема Sensus(S)cout - простая в установке и эксплуатации, гибкая и удобная радиосистема с использованием открытой бесплатной радиочастоты 868 МГц. Счетчики воды и тепла оборудуются радиомодулями которые передают показания измерителя вместе с идентификационным номером места потребления (идентификационный номер радиомодуля) на собирающий радиотерминал. Собирающее устройство способно получать данные путем послышки одного запроса для всех радиомодулей, находящихся на удалении до 1 км. Из вышеизложенного вытекает выгодное решение - разместить радиотерминал в автомобиль, объехать район, в котором расположены радиомодули, и снять показания с приборов учета. Прямо на дисплее терминала можно увидеть показания счетчиков, которые сохраняются в памяти терминала. Система Sensus Base предназначена для мобильного радиосъема показаний с квартирных счетчиков воды и тепла.

3. Передача данных по двухжильному витому кабелю M-Bus.

Ключевые слова: автоматизация снятия показаний, счетчики воды и тепла.

УДК 681.121

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТАХОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ З ГІДРОДИНАМІЧНИМ ВРІВНОВАЖЕННЯМ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ

Писарець А.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Для перевірки справедливості теоретичних досліджень розробленого тахометричного вимірювального перетворювача витрат (ВПВ) з гідродинамічним врівноваженням чутливого елемента були проведені експериментальні дослідження.

Метою експериментальних досліджень розробленого ВПВ були:

- оцінка його метрологічних характеристик;
- оцінка та аналіз впливу конструктивних параметрів ВПВ на метрологічні характеристики приладу;

- оцінка та аналіз впливу фізичних властивостей вимірюваного середовища на метрологічні характеристики приладу ;
- підтвердження справедливості висунутих припущень щодо метрологічних характеристик вимірювального приладу;
- оцінка адекватності розроблених теоретичних засад реальним вимірювальним приладам.

Вихідним випробуванням, в процесі якого формуються вихідні значення характеристик та умов експлуатації випробуваного вимірювального приладу є градування. Відхилення від значень, отриманих при градуванні, враховуються при проведенні інших випробувань та є мірою кількісних оцінок ряду характеристик ВПВ та приладів на їх основі.

До градування з одного боку висуваються вимоги достовірності та повторюваності результатів, з іншого – оперативності.

Градування представляє собою послідовність операцій перетворення початкової інформації у вихідну за допомогою аналітичних та експериментальних тестів.

За результатами градування були оцінені: статична характеристика перетворення, діапазон вимірюваних витрат, похибка вимірювань, межі втрат тиску на ВПВ.

За результатами експериментальних досліджень розробленого тахометричного ВПВ з гідродинамічним врівноваженням чутливого елементу було перевірено адекватність розроблених математичних моделей. Перевірка адекватності математичних моделей за статистичними критеріями Фішера і Ст'юдента з рівнем значущості 5 % підтвердилася, отже, математичні моделі можуть служити основою для вирішення задач оптимізації параметрів тахометричних ВПВ з гідродинамічним врівноваженням чутливого елементу.

Ключові слова: витрата, первинний перетворювач витрат, прилади вимірювання витрат та кількості рідин, турбінний перетворювач витрат, врівноваження чутливого елементу.

УДК 658.26

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧАХ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

¹⁾Попов В.А., ¹⁾Ткаченко В.В., ¹⁾Степанова В.И., ²⁾Канха Л.Н., ¹⁾Институт энергосбережения и энергоменеджмента Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина, ²⁾Федеральный университет г.Санта Мария, Бразилия

Представленные материалы отражают некоторые результаты и выводы, полученные в процессе проведения исследовательских работ, связанных с использованием разработанного на кафедре электроснабжения НТУУ «КПИ»

информационно-вычислительного комплекса (ИВК-СЭС) для моделирования и оптимизации режимов распределительных сетей ряда энергетических компаний Бразилии. Практически все распределительные энергокомпании Бразилии обладают достаточно совершенными автоматизированными базами данных, где, по сравнению с отечественными энергокомпаниями, аккумулируется существенно большая, как по номенклатуре, так и по объему информация. Указанные условия позволили в полной мере протестировать все функциональные возможности ИВК-СЭС, оценить их эффективность.

В этом плане одной из наиболее ответственных задач являлось определение электрических нагрузок элементов электрических сетей. Особенностью предложенных для решения данной задачи методов явилось: максимально адекватный учет реальной неопределенности исходной информации, использование типовых графиков нагрузки, в которых ординаты задавались интервальными величинами, формирование обобщенных оценок нагрузок на основании агрегирования данных. Результатом явилось построение как нечетких, так и детерминированных (в результате дефазификации первых) оценок.

Существующие базы данных позволяли оперативно (практически в реальном времени) фиксировать и аккумулировать всю информацию об отказах в электроснабжении потребителей, любые изменения состояния коммутационных аппаратов.

Таким образом, появлялась возможность провести экспериментальные исследования, решая одну и ту же задачу на основе серии моделей, ориентированных на различное информационное обеспечение. В частности, подобное исследование было выполнено для оценки методической погрешности, возникающей при расчете потерь электрической энергии на основе различных расчетных моделей. Здесь особый акцент был сделан на выяснении целесообразности учета изменения топологии распределительных сетей (в течение расчетного периода) при расчете потерь. Полученные результаты показали, что не учет указанного фактора в отдельных случаях приводил к ошибке, которая достигала 9%.

Накопленный опыт позволяет даже при имеющемся в отечественных энергокомпаниях информационном обеспечении, в случае тщательной и корректной подготовки исходных данных о нагрузках, применении эффективных алгоритмов использования этой информации, учете изменения топологии сетей добиться заметного повышения точности определения режимных параметров, а впоследствии и качества решения различных оптимизационных задач.

Ключевые слова: информационно-вычислительный комплекс, база данных, неопределенность информации, потери электрической энергии.

УДК 658.26

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОСЕРВЕРОВ ІТЕК-WEB

¹⁾Праховник А.В., ²⁾Калинчик В.П., Дегтярев А.В., Кульбачний П.В., ¹⁾ІІЕЕ Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна; ²⁾НІІІ “Енергія” Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», г. Київ, Україна

В докладе представлены материалы, полученные на основании работ по разработке и внедрению автоматизированных систем коммерческого (АСКУЭ) и технического (АСУЭ) учета электрической энергии.

Основным компонентом АСУЭ, носителем первичной базы измеренных величин потребления, является многофункциональный электронный счетчик электрической энергии с измерительными трансформаторами тока и напряжения.

НІІІ «Енергія», совместно с НПП «Енергія +» разработали семейство микросерверов ІТЕК-web, предназначенных для использования в АСКУЭ.

Микросерверы ІТЕК-web предназначены для обеспечения связи и согласования интерфейсов между многофункциональными счетчиками и сервером БД, а так же самостоятельного опроса счетчиков и хранения результатов опроса во встроенной энергонезависимой памяти.

Микросервер ІТЕК-web построен на базе промышленного варианта процессора Intel 186. Имеет интерфейс Ethernet 10/100 Mb и поддерживает протоколы TCP/IP и UDP. Имеет 6 последовательных каналов, из которых 2 канала RS232 обеспечивают присоединение АТ- или GSM-модемів и поддерживают протокол удаленного доступа PPP.

Встроенная многозадачная операционная система реального времени, на базе которой работают: файловая система с двумя логическими устройствами, FTP-сервер, Web-сервер, специализированное встроенное программное обеспечение (СПО), которое поддерживает протоколы обмена данными со многими счетчиками, а так же некоторые нестандартные протоколы, обеспечивает возможность «прозрачной» передачи данных от счетчика к серверу БД. Кроме того, встроенное ПО обеспечивает самостоятельный опрос счетчиков, в соответствии с временным регламентом и запрограммированным сценарием опроса, а так же экспорт накопленной информации в сервер БД в режиме сервера (по запросу) или клиента (по собственной инициативе).

Для микросервера ІТЕК-web, совместно с Госпотребстандартом Украины, разработаны и утверждены методики Государственной метрологической аттестации, как для самого прибора, так и для АСКУЭ на их основе.

Коммуникационный сервер и СБД, так же могут быть объединены на одном компьютере промышленного исполнения. Управление коммуникационным сервером и СБД осуществляет специальное ПО «Электро», выполняющее так же функции документирования, корректировки системного времени и т.д.

В качестве каналов связи между центром сбора информации и микросервером ИТЕК-web могут быть использованы выделенная (коммутируемая) линия, радиоканал, канал GSM связи.

Ключевые слова: автоматизированная система коммерческого учета электрической энергии (АСКУЭ), объект учета, микросервер ИТЕК-web, специализированное программное обеспечение

УДК 681.121

БАГАТОПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ

Кузьменко П.К., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Для визначення швидкості протікання рідини в кожній точці поперечного перерізу потоку необхідно чітко представляти механізм самого руху рідини.

На результат вимірювання обсягу води впливають зміна параметрів навколишнього (температура, тиск) і робочого (температура, тиск, щільність, в'язкість, число Рейнольдса) середовищ, а також можливі відхилення гідравлічних характеристик контролюваного процесу – амплітуда і частота пульсацій витрати і тиску, кавітація, вплив форми і внутрішньої поверхні труб, а також епюри швидкості вимірюваного потоку, наявність у ньому включень, тощо.

Для оцінки впливу всіх параметрів в комплексі та в повному взаємозв'язку необхідно описати математично кожен з них. Даний математичний опис, безперечно, полегшить процеси оптимізації, вдосконалення, створення нових приладів обліку та дасть змогу зрозуміти процеси, що відбуваються при вимірюванні. В той же час, потрібно визнати, що для рідин з різними фізико-хімічними властивостями, інженерні параметри кожного окремого вимірювального перетворювача можуть бути специфічними.

З усього вище сказаного можна зробити висновок, що вимірювання витрат є багатопараметричним процесом, який повинен враховувати стан вимірювання системи. Тобто є об'єкт вимірювання, спосіб вимірювання, засоби вимірювання, різноманітні зовнішні та внутрішні впливи.

Одним з ефективних шляхів розв'язання даної задачі являється застосування багатопараметричного моделювання на основі критеріального аналізу систем вимірювання.

Задачі багатопараметричного моделювання первинних вимірювальних перетворювачів витрат відрізняються від традиційних великим числом параметрів складних вимірювальних систем, що враховуються, як вхідних, так і вихідних. При виборі кількісних залежностей повинні розглядатися як цільова настанова конкретної задачі, так і наявна вихідна інформація.

Ключові слова: багато параметричне моделювання, витрата, вимірювальний перетворювач, проектування.

УДК 621.121

РОЗРОБКА ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАРЯЧОЇ ВОДИ З ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЮ ОПЛАТОЮ ЗА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Коробко І.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Для спонукання водо- та теплопостачальних організацій до надання населенню якісних послуг з постачання гарячої води необхідно, щоби споживачі здійснювали комерційні розрахунки за її використання в залежності від якісних показників води. Розв’язання цієї проблеми можливе шляхом створення універсальних лічильників, які можуть здійснювати облік гарячої води за різними тарифами в залежності від її температури. Такі лічильники із диференційованою оплатою за спожиту гарячу воду можуть бути енергонезалежними (для роботи якого не потрібні інші джерела енергії окрім енергії вимірюваного середовища) і енергозалежними (для справної роботи яких, потрібно задіяти додаткові види енергії).

В доповіді розглядаються питання розробки перспективних енергонезалежних лічильників гарячої води. За принципом дії тарифні лічильники, що розробляються можна поділити на такі типи:

- із термочутливим клапаном, коли вимірювальний потік, в залежності від його температури, спрямовується на різні вимірювальні перетворювачі витрат і кількості (холодного і гарячого тарифів);
- із регулюванням частоти обертання турбінного вимірювального перетворювача в залежності від температури вимірювального середовища;
- із зміною передаточного відношення, в залежності від температури вимірювального середовища, між віссю турбінного вимірювального перетворювача і відліковим пристроєм;
- із терморегулюючим пристроєм, коли витрата води реєструється відліковими пристроями холодного чи гарячого водоспоживання.

Моделювання роботи кожного із наведених типів лічильників а також технічна проробка їх конструкцій дало можливість отримати оптимальні конструктивні рішення таких приладів.

Застосування розроблених приладів можливе в існуючих системах водообліку, шляхом дообладнання та удосконалення вимірювальних ділянок, що не потребує суттєвих фінансових вкладень, а вартість вузла обліку відчутно не підніметься. На розроблені лічильники гарячої води з диференційною оплатою за її споживання отримані Патенти України.

Ключові слова: лічильник, гаряча вода, витрата, кількість

УДК 697.34

МЕТОДИКА ТОЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ У ПІДЗЕМНИХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ

Ващишак С.П., Бас О.А., Дубас С.І., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

В умовах опалювального сезону першочерговим завданням теплопостачальних організацій є забезпечення комфортних умов проживання та праці населення при складних погодних умовах. При цьому споживання енергоносіїв (газу, мазуту, вугілля) різко зростає. Додаткова витрата енергоносіїв відбувається через виникнення теплових втрат у підземних теплових мережах. Ці втрати виникають як при погіршенні стану теплової ізоляції трубопроводів, так і при корозійному пошкодженні стінок труби, що призводить до виливання теплоносія з трубопроводу. Для знаходження місць пошкодження теплопроводів використовується візуальне обстеження, аеротепловізійна зйомка, метод акустичної емісії, акустичний, кореляційний, електромагнітний методи контролю та комбіновані методи. Більшість з цих методів є довготривалими, малоефективними та доволі складними.

Одним з перспективних методів знаходження місць теплових втрат у підземних теплових мережах є визначення теплового потоку з підвищеною температурою за допомогою тепловізійного сканування. У порівнянні з іншими методами тепловізійне сканування має ряд переваг, до яких відносяться дистанційність, безпека, висока продуктивність. Трубопровід, що пролягає у ґрунті, при транспортуванні по ньому теплоносія з температурою, відмінною від температури ґрунту, є джерелом тепла і створює на поверхні ґрунту температурну аномалію, яка реєструється тепловізором. Багато пошкоджень трубопроводів (витоки, засмічення, порушення теплоізоляції) є додатковими джерелами тепла, що створюють певні температурні перепади.

Однак, інколи ділянки трубопроводу з різними параметрами дають на поверхні ґрунту схожі температурні розподіли, тобто пошкодження не буде виявлене, буде виявлене помилково чи невірно ідентифіковане. Найчастіше причиною помилок є наявність локальних неоднорідностей ґрунту. Тобто, зміна властивостей ґрунту і його поверхні може викликати температурний перепад, що буде ідентифіковано як місце пошкодження. Також вплив на результати вимірювання температури мають різні кольори ґрунту, кожен з яких при однакових умовах зовнішнього середовища по різному випромінює тепло.

Нами запропонована методика точного визначення місць теплових втрат, яка полягає у застосуванні тепловізорів з контактними термоопорами та сигнал-генераторів з приймальними контурами. Контактні термоопори дають змогу усунути вплив кольору ґрунту та руху повітряних мас на теплову картину.

Сигнал-генератори дозволяють знайти місце витoku теплоносія з трубопроводу по максимуму сигналу у приймальних контурах.

Ключові слова: тепла мережа, пошкодження, методика, тепловізор.

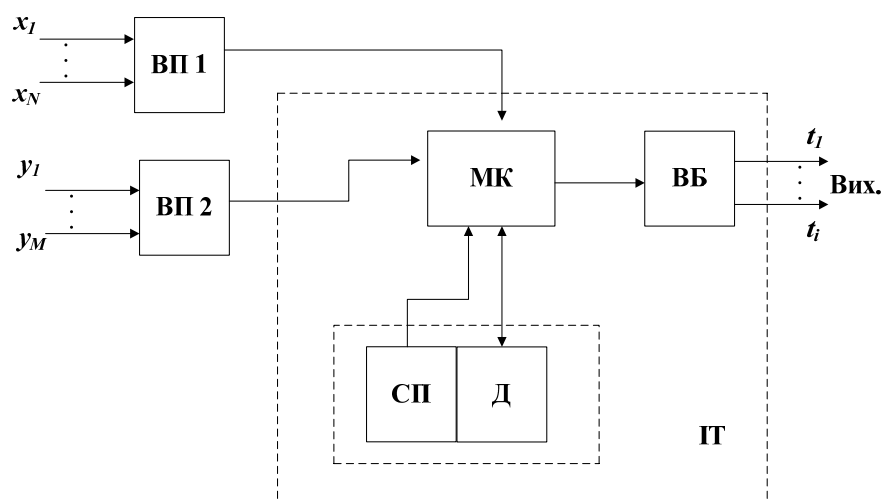
УДК 621.317

ВИТРАТОМІР НА БАЗІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТАЙМЕРА

*Аксанова А.С., Кононов С.П., Вінницький національний технічний університет,
м. Вінниця, Україна*

В останні роки набули поширення програмовані таймери на основі мікроконтролера. Подальшим в розвитку таких пристроїв є розроблення та використання інтелектуальних таймерів (ІТ). На ІТ, крім основної функції – формування заданої послідовності часових інтервалів, виконуються додаткові задачі, такі як аналіз вхідних впливів від вимірювальних перетворювачів (ВП), узгодження з користувачем і прийняття рішення щодо змін у формуванні часових інтервалів, тощо. Введення в ІТ функції виміру витрат енергоносіїв розширить їх можливості.

До складу ІТ (рисунок) входить мікроконтролер (МК), вихідний блок (ВБ), об'єднані сенсорна панель (СП) та дисплей (Д), призначені для відображення та завдання параметрів, режиму роботи ІТ, створення дружнього інтерфейсу. На виході ВБ формується N послідовностей часових інтервалів $\{t_i\}$. Робота ІТ залежить від впливу K зовнішніх факторів (температура, вологість та ін.) $\{x_i\}$ на перший блок вимірювальних перетворювачів $ВП_1$. Витратомір [1] на базі ІТ реалізується за допомогою введення другого блока $ВП_2$, вхідними для якого є M параметрів енергоносіїв (газ, вода, електроенергія) $\{y_i\}$.



Поеднаний з витратоміром ІТ будується на основі МК, виготовленого за технологією зниженого споживання енергії Nano Watt. Це дозволяє створити

економічний, зрозумілий та зручний у використанні пристрій контролю і керування різними технологічними процесами.

Ключові слова: витратомір, інтелектуальний таймер.

Література

1. Коваль К.О., Кононов С.П. Мікропотужний витратомір на основі беконтактного індуктивного давача // Збірка наукових праць 3-ої НТК «Приладобудування-2004: Стан і перспективи», Київ, ПБФ НТУУ» КПІ. – 2004, с. 236.

УДК 621.612

ШЛЯХИ РОЗШИРЕННЯ ДІАПАЗОНУ ВИМІРЮВАННЯ ВИХРОВИХ ВИТРАТОМІРІВ В ЗОНУ НИЗЬКИХ ВИТРАТ

Останів В.В., Витвицький А.В., Долішня Н.Б., Піндус Н.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Аналізуючи методи і засоби вимірювання витрати, варто зазначити ефективність використання вихорових витратомірів. Економічна доцільність полягає у зменшенні супутніх витрат на вимірювання (витрати на встановлення, пуско-налагоджувальні роботи, обслуговування та ремонт, тощо). Зниження вказаних витрат значною мірою завдячує кращим у порівнянні з витратомірами змінного перепаду тиску технічним характеристикам, зокрема більш широкому динамічному діапазону, вищій точності і суттєво меншим втратам тиску внаслідок зменшення гідравлічного опору. Однак суттєвим недоліком роботи вихорових засобів вимірювання витрати є неможливість здійснення вимірювання при малих швидкостях потоку.

Актуальність завдання дослідження вихорових витратомірів полягає у розширенні діапазону вимірювання в область малих витрат. Пропонуються наступні підходи вирішення цього завдання:

- оптимізації геометричних параметрів тіла обтікання,
- вдосконалення чутливого елементу
- використання альтернативних засобів передачі і обробки даних.

Як відомо, вимірювання об'ємної витрати вихоровими витратомірами базується на фундаментальній залежності, що пов'язує частоту зриву вихорів (f) при поперечному обтіканні тіла зі швидкістю набігаючого потоку (v) та характерним поперечним розміром тіла обтікання (b):

$$f = Sh(v/b) \quad (1)$$

При обтіканні тіла безмежним рівномірним потоком коефіцієнт Sh (число Струхалю) залежить від форми поперечного перерізу тіла обтікання і числа Рейнольдса.

Зазвичай при вивченні вихороутворення розглядають циліндричне тіло обтікання або близькі за формою об'єкти. Зміна геометрії тіла обтікання дозволяє отримати стабільну доріжку Кармана для різних швидкостей,

оптимальними вважають розміри, які забезпечують стабільне вихороутворення при мінімальних втратах тиску.

В якості давача імпульсів у більшості сучасних вихорових витратомірів використовується термоанемометр. Проте більш ефективним в плані підвищення завадозахищеності і точності вимірювання є використання оптоволоконних давачів, як нечутливих до зовнішніх електромагнітних впливів.

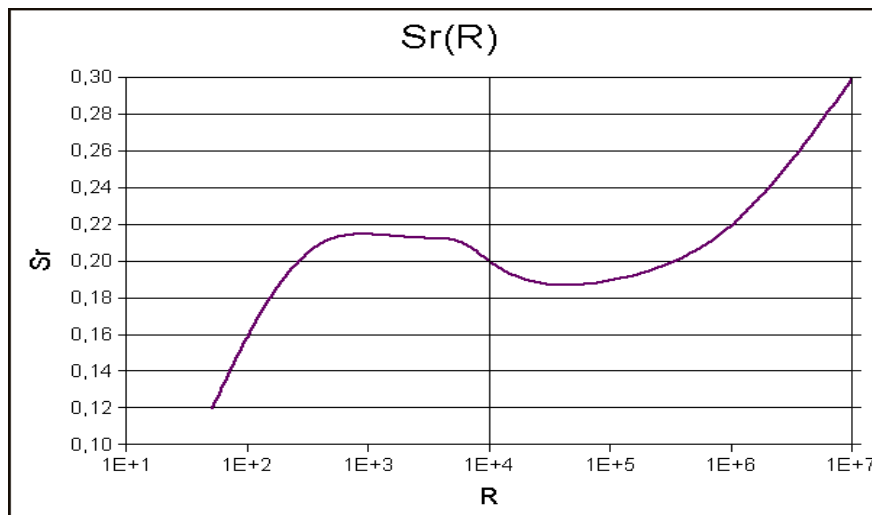


Рис.1. Залежність числа Струхала від числа Рейнольдса для циліндра

При використанні вихорових витратомірів необхідно вжити заходів щодо зниження впливу на них електромагнітних завад. В існуючих витратомірах вимірювання здійснюється бортовим мікропроцесором, який забезпечує передачу на вторинний прилад цифрового сигналу. Це дозволяє підвищити завадостійкість інформаційного каналу шляхом використання кодування, проте суттєво зменшує можливість попередньої обробки даних у зв'язку з обмеженістю ресурсів мікропроцесора.

З метою підвищення точності вимірювання пропонується використання для обробки вимірних сигналів чисельних методів та програмного забезпечення для CFD-моделювання, що є підґрунтям для створення на їх базі віртуальних еталонів засобів вимірювання витрати.

Ключові слова: витратометрія, вихоровий витратомір, віртуальний еталон