

СЕКЦІЯ 8
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ В
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННІ

УДК 681.325

ІНФОРМАЦІЙНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОРМУВАННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ
СИГНАЛІВ З КЕРОВАНОЮ ЕНТРОПІЄЮ В ІНФОРМАЦІЙНО-
ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ В ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННІ

*Козленко М. І., Приватний вищий навчальний заклад "Галицька академія",
м. Івано-Франківськ, Україна*

Побудова сучасних високоякісних інформаційно-вимірювальних систем, призначених для реалізації енергозберігаючих технологій в промисловості сильно залежить від характеристик якості обміну даними. Використання бездротових комунікаційних технологій в розподілених інформаційно-вимірювальних комп'ютерних системах, які функціонують в умовах інтенсивних завад природного та техногенного характеру, зумовлює необхідність застосування складних широкосмугових сигналів. Перспективним є формування та опрацювання широкосмугових сигналів основане на використанні повністю випадкових шумоподібних сигналів, ентропія розподілу ймовірностей миттєвих амплітудних значень яких поставлена у відповідність до символів інформаційного повідомлення, що передається.

Проведено дослідження інформаційної ефективності такого методу модуляції сигналів. Традиційно, ефективність методів формування та оброблення сигналів оцінюється за такими напрямками, як частотна $\gamma = R/W$, енергетична $\beta = RN_0/S$ та інформаційна $\eta = R/C$ ефективність, де R – швидкість передачі, W – ширина спектру сигналів, N_0 – спектральна щільність потужності завади, S – потужність корисного сигналу на вході приймального пристрою, C – пропускна здатність каналу з завадами за Шенноном.

Проведено оцінку інформаційної ефективності методу при $\beta = 0$, за умов, коли тестовий сигнал-носіє є реалізацією стаціонарного в межах символного інтервалу випадкового процесу з характеристиками наближеними до фільтрованого "білого" шуму. Швидкість обміну даними 480 біт/с, кількість відліків (розмір вибірки) на підставі яких формуються оцінки ентропії при обробленні складає 100 семплів протягом одного символного інтервалу, база сигналів 17 дБ, відношення сигнал/завада за потужністю на вході пристрою оброблення $S/N = -17$ дБ. Пропускна здатність обчислена в таких умовах складає 685 біт/с, отже, інформаційна ефективність η складає мінус 1,6 дБ.

Як можна побачити, обмін даними за допомогою даного методу характеризується високою інформаційною ефективністю, яка суттєво не відрізняється від такого показника інших, наближених до оптимальних,

методів. Метод забезпечує високу якість, надійність та стабільність обміну даними і є простим з погляду апаратної та програмної реалізації.

Ключові слова: широкосмуговий сигнал, інформаційна ефективність, керована ентропія.

УДК 681.325

ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ВУЗЛІВ ОБЛІКУ СИСТЕМ ТЕПЛО-, ВОДО-, ГАЗОПОСТАЧАННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Бойко М.С., Острогляд О.М., ТОВ «Водолій Енергосервіс», м. Київ, Україна

Надзвичайно важливим та актуальним питанням сьогодення - є збереження енергоресурсів. Одним з методів досягнення мети енергозбереження є впровадження контролю, регулювання та автоматизації процесу споживання енергоресурсів та надання послуг. Облік споживання дозволяє створити економічний механізм, який стимулює процес енергоресурсозбереження. Але, нажаль, широке впровадження систем диспетчеризації та автоматизації комплексів контрольно-вимірювальних приладів на комунальних та державних об'єктах на сьогоднішній день ускладнюється недостатнім фінансуванням.

В таких умовах виникає необхідність вибору пріоритетних об'єктів та заходів з енергозбереження, які дають найбільший ефект, а саме: вибір оптимальної схеми диспетчеризації та типу обладнання (схема збору та обробки інформації (дротовий, бездротовий), типи приладів обліку (механічні, ультразвукові), обладнання для регулювання та автоматизації систем (складні, спрощені, з дистанційним керуванням).

Отже оснащення вузлами обліку границь розподілу сфер відповідальності між джерелами постачання та постачальниками, і між постачальниками та споживачами, та подальше застосування всіх технічних та економічних можливостей для створення автоматизованих систем оперативно-диспетчерського керування обліком та споживанням енергоресурсів та води з використанням сучасних засобів комп'ютеризації - є першочерговими кроками на шляху до енергозбереження. Також необхідно враховувати класи чіткості обладнання, що впливає на чіткість вимірювання та фіксацію досить мізерних витрат, які виникають у мережах транспортування ресурсів, а також витрати на експлуатацію та технічне і метрологічне обслуговування приладів.

Схеми організації обліку необхідно розробляти для всіх рівнів споживання – населених пунктів, житлових районів, будинків, квартир. У всіх випадках необхідно робити ретельний підбір оптимальної концепції по техніко-економічних показниках.

Однією із перспективних форм діяльності експлуатуючих організацій є білінг у сфері обліку та енергозбереження. В напрямок діяльності білінгових

підприємств входить підбір та обґрунтування найбільш вигідної концепції для того чи іншого об'єкту, розробка документації, монтаж, налагодження та експлуатація обладнання, збір та обробка даних, консалтинг.

Ключові слова: підвищення енергоефективності, енергозбереження, дистанційна диспетчеризація та автоматизація.

УДК 681.325:621.396

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОПЕРЕДАЧИ ПОКАЗАНИЙ С ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Писарец Е.В., Sensus Slovensko a.s., г. Киев, Украина

В настоящее время широкое распространение получили 3 основные технологии передачи данных по радиоканалу: однонаправленная (симплексная), двунаправленная (полудуплексная) и гибридная. Независимо от применяемых технологий, прибор учета энергоносителей (ПУЭ) подключается к радиомодулю, а данные с него передаются на приемное устройство, в качестве которого может выступать ручной (мобильный) терминал или стационарный модуль сбора данных.

Однонаправленная технология предполагает применение радиомодуля, оснащенного только радиопередатчиком, который через заданные промежутки времени передает показания подключенного к нему ПУЭ. Система не имеет обратной связи и радиомодуль не получает подтверждений об успешной (или неуспешной) доставке данных. К достоинствам данной технологии относится возможность точного прогнозирования срока службы батареи и простота обнаружения ПУЭ сканированием радиоэфира. К недостаткам – постоянное радиоизлучение, малый объем передаваемых данных, а также невозможность конфигурирования радиомодуля по радиоканалу.

Радиомодули, применяемые при двунаправленной технологии, оснащены как передатчиком, так и приемником, который всегда включен и ожидает прихода адресного запроса от приемного устройства. После получения запроса включается радиопередатчик и в ответ отсылаются запрошенные данные. Особенности технологии являются полное отсутствие радиоизлучения в режиме ожидания и, как следствие, трудности получения данных с радиомодулей, местоположение которых точно не известно. Объем передаваемых данных ничем не ограничен и определяется типом радиомодуля и форматом запроса. Настройка и конфигурирование радиомодуля производится по радиоканалу. Срок службы встроенной батареи радиомодуля труднопрогнозируемый и в значительной мере зависит от периодичности опроса радиомодуля и может изменяться в широких пределах (от нескольких месяцев до 8 лет).

Гибридная технология объединяет достоинства одно- и двунаправленных технологий: радиомодуль через небольшие промежутки времени (например, 15

секунд) передает в эфир малый пакет данных, содержащий только последние показания ПУЭ, свой серийный номер и номер передаваемого пакета данных. Радиоприемник модуля при этом выключен. Когда номер передаваемого пакета станет равен четырем, включится радиоприемник и в этот момент приемное устройство может специальной командой перевести радиомодуль в режим расширенной передачи и получить дополнительные данные от радиомодуля (архивы, пиковые значения и т.п.), а также сконфигурировать радиомодуль. Таким образом, срок службы батареи радиомодуля можно определить с большой точностью, местоположение ПУЭ обнаруживается по ключевым пакетам данных, настройка радиомодуля проводится удаленно по радиоканалу.

Ключевые слова: радиомодуль, радиопередача показаний, приемное устройство.

УДК 681.327

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ УКРАЇНИ

Бойко С. Г., ДП «Укрводсервіс», м. Київ, Україна

Створення та впровадження єдиної автоматизованої інформаційно-вимірювальної системи управління водними ресурсами України є необхідною вимогою сьогодення для прогнозування та попередження проявів шкідливої дії вод, раціонального використання, охорони та відтворення водних ресурсів. Без організації постійно діючої автоматизованої системи спостережень за факторами, які впливають на гідрологічні та гідрохімічні характеристики водних об'єктів, обмежується ефективність і оперативність водогосподарського менеджменту. Збільшується ймовірність виникнення неочікуваних несприятливих гідрологічних процесів з відповідними катастрофічними наслідками.

Сьогодні у водогосподарській галузі функціонують декілька автоматизованих, обчислювальних, інформаційних та інформаційно-вимірювальних систем, а саме: система управління басейном р. Дніпро (АСУБ Дніпро II), система моніторингу стану та прогнозування якості поверхневих вод, автоматизована інформаційно-вимірювальна система (AIBC) "Тиса", система обліку використання водних ресурсів в Україні «WINGOS». На стадії розробки та впровадження знаходяться ще декілька автоматизованих інформаційних та вимірювальних систем, призначення яких – управління водними ресурсами регіонів Прикарпаття, Приазов'я, Причорномор'я, басейнів річок Прип'ять, Десна, Сіверський Донець, Рось та ін. Перспективними напрямками для реалізації сучасних досягнень науки та техніки в поєднанні з можливостями інформаційних технологій мають стати напрацювання для систем управління такими складними гідротехнічними комплексами, як

Північно-Кримський канал, Каховський магістральний канал, канал «Дніпро-Донбас» тощо.

Слід зазначити, що існуючі автоматизовані системи, які використовуються у водному господарстві, створені в різні часи і надають вихідні дані в різних форматах. Як наслідок, деякі з них несумісні між собою, що ускладнює логістичний контроль та узагальнення інформації для прийняття ефективних управлінських рішень. Тому необхідно створити єдину галузеву інформаційно – вимірювальну систему з функцією збору, впорядкування, та оперативної обробки первинної інформації про кількісний та якісний стани водних ресурсів України. Це дасть можливість володіти інформацією про стан водогосподарських об’єктів та гідротехнічних споруд на усій території України в режимі on-line. За допомогою сучасних інформаційних технологій стає можливим здійснення візуалізації, прогнозування та попередження проявів шкідливої дії вод. З’являється можливість забезпечити у повному обсязі раціональне використання, охорону та відтворення водних ресурсів, а також - оперативно приймати управлінські водогосподарські рішення на всіх рівнях.

Ключові слова: автоматизована інформаційно-вимірювальна система, інформаційні технології, система управління, управлінські водогосподарські рішення.

УДК 681.327

РОЗРОБКА ВАРІАНТІВ МЕРЕЖЕВОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ Й АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Бойко С. Г., ДП «Укрводсервіс», м. Київ, Україна

Розробка та впровадження мережевих інформаційних систем збору, аналізу та узагальнення даних, автоматизація процесу приймання та виконання заявок водокористувачів, забезпечення координації дій віддалених структурних підрозділів Управлінь водного господарства на регіональному рівні та автоматизація підготовки звітності – суттєвий крок на шляху побудови сучасної моделі системного управління та впровадження заходів покращення водного режиму водогосподарських територій і меліорованих земель.

Структура територіально-адміністративної (обласної) або басейнової мережевих інформаційних систем обліку та аналізу процесів водокористування як правило 2-х рівнева. Вона формується на базі диспетчерських служб Управлінь водного господарства, які визначають інтенсивність роботи водогосподарських мереж та структурних підрозділів облводгоспів.

До складу регіональних або басейнових інформаційних систем входять автоматизовані робочі місця (АРМ) працівників УВГ (АРМ гідролога, АРМ гідротехніка, АРМ гідрогеолога, АРМ інспектора тощо).

В УВГ формується структура водокористувачів, кількісний та якісний склад водовиділів, визначаються технологічні потреби води в мережах, довідкова

інформація та ін. З використанням АРМ будуть підготовлені всі складові бази даних управління процесами водокористування та водоспоживання, розраховані водогосподарські баланси. Зазначені бази даних залишаються в УВГ і використовуються для інформаційного забезпечення усього виробничого процесу – від забору води в мережу до формування платіжного документу водокористувача. Періодичність формування та оновлення бази даних залежить від інтенсивності роботи системи. Система має бути гнучкою, з урахуванням специфіки природних гідрологічних процесів та меліоративних особливостей регіону. В «активний період», в залежності від заявок на водокористування, періодичність отримання інформації може зростати до погодинної. Отримана інформація піддається аналізу і використовується при коригуванні роботи технологічного обладнання, для наповнення каналів та проміжних локальних водосховищ, для формування платіжних документів. За встановленим графіком працівник АРМу УВГ в автоматизованому режимі з використанням комунікацій передають отримані дані та проаналізовану інформацію на регіональний рівень для узагальнення з наступною передачею відомостей в Агентство водних ресурсів.

Працівник АРМ облводгоспу або Басейнового управління водних ресурсів після прийняття отриманої інформації, проводить її логічний контроль та перевіряє її технологічну відповідність. Результатом роботи має бути поповнення головної бази даних. Таким чином, вирішується двоєдина задача: контроль за роботою відповідних служб на місцях та можливість виконувати всі розрахунки технологічної інформації будь-якої ділянки водогосподарської мережі – будь то басейн річки або гідротехнічна система.

Передбачено двоступеневе впровадження мережевої інформаційної системи обліку та аналізу процесів водокористування при якому, на першому етапі, планується облаштувати АРМ працівників УГВ в повному обсязі.

Ключові слова: інформаційна система, системне управління, автоматизовані робочі місця (АРМ), інформаційне забезпечення.

УДК 658.26

СТРУКТУРА НИЖНЬОГО РІВНЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМА ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

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

Програмно-технічні засоби розподіленої автоматизованої системи обліку електроенергії (АСОЕ) утворюють два рівня, до складу яких входять:

а) нижній рівень (НР) АСОЕ (рівень точок обліку електроенергії, рівень об'єктів обліку);

б) верхній рівень (ВР) АСОЕ (рівень центрального пункту; рівень автоматизованих робочих місць (АРМ)).

До складу програмно-технічних засобів обліку нижнього рівня входять:

- а) рівень точок обліку (ТН, ТС, лічильники);
- б) комплекс технічних засобів «Енергія WEB » (КТЗ);
- в) комунікаційне обладнання;
- г) кабельні лінії.

При необхідності можливе встановлення АРМ користувача на самій підстанції.

Окрім електронних, багатофункціональних лічильників, на підстанції можуть бути встановлені електронні лічильники, які мають тільки імпульсний вихід, а також індукційні лічильники з датчиками типу УП-3М.

Основним компонентом КТЗ «Енергія WEB» є мікросервер Itek-WEB. Мікросервер Itek-WEB призначений для забезпечення зв'язку й узгодження інтерфейсів між багатофункціональними лічильниками й сервером БД, а також самостійного опитування лічильників і зберігання результатів опитування у вбудованій енергонезалежній пам'яті.

Мікросервер Itek-WEB побудовано на базі промислового варіанту процесора Intel 186. Має інтерфейси CL, RS232, RS232/RS485, Ethernet 10/100 Mb і підтримує протоколи TCP/IP та UDP. Має 8 дискретних входів й 8 дискретних виходів, які конфігуруються для виміру кількості електроенергії по імпульсних, телеметричних виходах лічильників, або для керування зовнішніми виконавчими пристроями (електромеханічним реле).

КТЗ «Енергія WEB» комплектується також джерелом безперервного живлення Itek-UPS, яке забезпечує автономну роботу обладнання КТЗ на протязі 12 годин.

Крім використання традиційних комутованих каналів зв'язку (Укртелеком, GSM) передбачена схема опитування лічильників з використанням GPRS зв'язку. Передбачено, що сервер БД, через комунікаційний сервер (КС), постійно утримує зв'язок з кожним об'єктом обліку НР, використовуючи Ethernet технології. Програмно-апаратні засоби НР АСОЕ дозволяють також виконувати опитування лічильників паралельно.

Ключові слова: розподілена автоматизована система комерційного обліку енергоресурсів (АСКОЕ), рівні АСКОЕ, мікросервер Itek-WEB.

УДК 621.315.592

ТОЧКА МАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТА

Ластовець С. О., Мартинова А. А., Яганов П. О., Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна,

Для фотоелектричних перетворювачів на основі *p-n* переходу важливим параметром є точка максимальної потужності. Зокрема, для сонячних елементів

(СЕ) ця точка встановлює оптимальний опір навантаження, який відбирає найвищу для даного освітлення потужність. Координати цієї точки на вольт-амперній характеристиці сонячного елемента (ВАХ СЕ) визначають за напругою U_M та струмом I_M . Добуток $I_M \cdot U_M = P_M$ використовують для оцінки коефіцієнта корисної дії сонячного елемента $\kappa.к.д. = \frac{I_M \cdot U_M}{P_{hv}}$ та фактора заповнення (fool-factor) $FF = \frac{I_{3K} \cdot U_{PK}}{I_M \cdot U_M}$, де I_{3K} - струм замкненого кола СЕ, U_{PK} - напруга розімкненого кола СЕ, P_{hv} - потужність падаючого опромінювання.

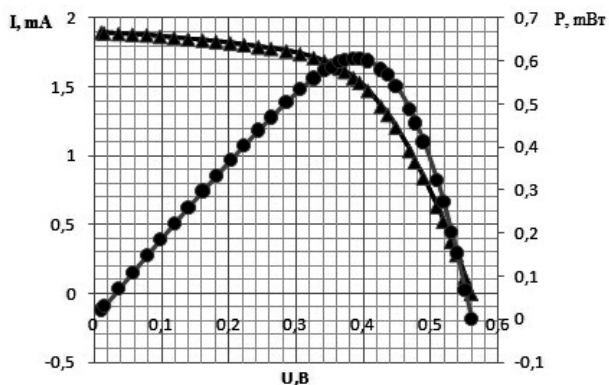


Рис. 1. Точка максимальної потужності на ВАХ СЕ

Координати точки максимальної потужності встановлюють за максимальним з можливих добутків $I \cdot U = P$ після зняття ВАХ СЕ. Для максимально точного результату необхідно вести вимірювання з малим кроком, що тягне за собою надмірну їх кількість. Апроксимація ВАХ СЕ з подальшим дослідженням дозволяє визначити напругу U_M та струм I_M з точністю, яка обмежується точністю апроксимації.

Актуальним є аналітичне дослідження ВАХ СЕ з метою встановлення точних координат точки максимальної потужності.

В роботі досліджено математичну модель СЕ та встановлено систему рівнянь, розв'язок яких забезпечує досягнення поставленої мети. Проведено порівняльний аналіз точності отриманого результату за різними методами. Результати роботи можуть бути використані у сонячній енергетиці для автоматизації розрахунків головних параметрів сонячних елементів та сонячних батарей.

Ключові слова: сонячний елемент, точка максимальної потужності, система рівнянь.

УДК 621.315.592

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ СХЕМИ СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТА ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ ДАНИМИ

Ластовець С.О., Мартинова А.А., Яганов П.О., Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна,

У роботі представлено результати дослідження вольт-амперної характеристики сонячного елемента з визначення основних параметрів його еквівалентної схеми. Результати досліджень можуть бути використані для

синтезу моделі сонячної батареї. Встановлення визначальних параметрів еквівалентної схеми сонячних елементів (СЕ) дозволяє досліджувати їх характеристики на основі адекватної математичної моделі. Важливим є точність результатів, які забезпечує дана модель.

Головними параметрами еквівалентної схеми, за допомогою якої відтворюють вольт-амперну характеристику сонячного елемента (ВАХ СЕ), є струм насичення ідеального p - n переходу I_s , струм фотогенерації I_F , послідовний R_s та шунтуючий опір (R_{sh}). Останній параметр слабо впливає на форму ВАХ СЕ, тому зазвичай його у еквівалентній схемі не враховують (рис 1)[С. Зі]. Числові значення інших факторів можуть бути встановлені після проведення серії експериментів, в результаті яких знаходять сімейство ВАХ СЕ при різних освітленостях.

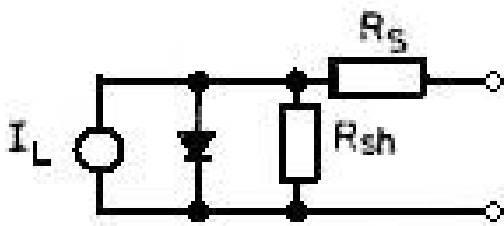


Рис. 1. Еквівалентна схема сонячного елемента

В роботі представлено результати дослідження однієї гілки ВАХ СЕ, за якою встановлено основні параметри еквівалентної схеми СЕ. Необхідними даними для цього мають бути експериментальні вимірювання ВАХ СЕ зі встановленням напруги розімкненого кола U_{PK} і струму необхідних даних до раціонального необхідного мінімуму. Результати роботи можуть бути використані для автоматизації розрахунків

параметрів СЕ у лабораторному стенді дослідження сонячних елементів і сонячних батарей.

Ключові слова: еквівалентна схема сонячного елемента, вольт-амперна характеристика, напруга розімкненого кола, струм замкненого кола.

УДК 658.26

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНОЇ КОМПАНІЇ

*Калінчик В. П., Шиянов О. О., Дегтярьов О. В., Кульбачний П. В.,
НДІ “Енергія” Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) енергопостачальної компанії (ЕК) створюється як інформаційно-вимірювальна система, основне призначення якої – достовірне визначення обсягів та здійснення автоматизованого обліку власного споживання електроенергії, а також перетоків електроенергії ЕК з суб’єктами Оптового ринку електроенергії (ОРЕ) – результати якого повинні використовуватися для проведення відповідних фінансових розрахунків за спожитою електроенергією Компанії із ОРЕ.

АСКОЕ ЕК призначена для:

- виконання вимог нормативних документів ДП „Енергоринок” (далі - НД) щодо погодинного обліку електроенергії на межі балансової належності мереж ЕК із суб'єктами ОРЕ;
- зниження технологічних втрат електроенергії за рахунок підвищення точності обліку електричної енергії;
- автоматизації процесу збору, передачі і обробки інформації з розрахункових та контрольних точок обліку електричної енергії;
- перевірки достовірності даних обліку електроенергії шляхом виконання процедур верифікації;
- забезпечення роботи усіх елементів АСКОЕ в єдиному розрахунковому часі;
- зниження трудомісткості та ресурсних витрат при виконанні робіт з обліку електричної енергії;
- одержання даних по обсягах перетоків активної і реактивної електроенергії з ОРЕ та суміжними ліцензіатами;
- забезпечення регламентованого доступу до первинних баз даних;
- забезпечення синхронності вимірювання потужності і електроенергії;
- автоматизації формування складових балансу потужності і електроенергії на межі з ОРЕ та суміжними ліцензіатами (прийом, видача, сальдо);
- автоматизації операцій із підготовки звітів, зведень і аналітичних матеріалів для керівництва;
- автоматизації процесу передачі комерційної інформації Головному операторові ОРЕ та передачі/отримання інформації від суміжних суб'єктів ОРЕ;
- забезпечення можливості довгострокової погодинної передачі даних комерційного обліку до АСКОЕ Головного оператора за допомогою УППДВ, згідно з наданим Головним оператором закодованим Реєстром даних.

Ключові слова: автоматизована система комерційного обліку енергоресурсів (АСКОЕ), інформаційно-вимірювальна система, оптовий ринок електроенергії (ОРЕ).

УДК 621.317.7

УСТАНОВКА ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА СТІЙКІСТЬ ДО ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗРЯДІВ

¹⁾Логвиненко Д. М., ¹⁾Шестаков А. Є., ¹⁾Соколець О. Й., ¹⁾Зубенко А. М., ²⁾Петрище М. О.,

¹⁾Державне підприємство «Всеукраїнський науково-виробничий центр стандартизації, сертифікації метрології, та захисту прав споживачів», м. Київ, Україна;

²⁾ДП «Одесастандартметрологія», м. Одеса, Україна

Сучасні тенденції розвитку виробництва, удосконалення конструкції та вимог до статичних однофазних та трифазних лічильників електричної енергії виробниками викликає необхідність розробки нового обладнання для

проведення їх випробувань. В першу чергу це стосується організацій, акредитованих на проведення державних приймальних та контрольних випробувань.

В останній час в Україні намітилась тенденція з боку споживачів, як фізичних так і юридичних осіб, впливати певним чином на роботу статичних лічильників з метою виведення їх з ладу або зменшення показів нарахованої спожитої електричної енергії. Відповіддю на такі дії з боку споживачів стала розробка нормативного документа Міністерством енергетики та вугільної промисловості за участю представників ДП «Укрметртестстандарт» під назвою СОУ-Н МПЕ 40.1.35.110:2005 «Нормативний документ. Додаткові вимоги до засобів обліку електроенергії, спрямовані на запобігання несанкціонованому втручанням в їх роботу». Цей нормативний документ встановлює додаткові вимоги, не нормовані в стандартах України та міждержавних стандартах на загальні технічні умови для лічильників електричної енергії. Ці додаткові вимоги повинні бути включені до технічного завдання на розроблення і технічних умов на лічильники електричної енергії. Так, у п. 5.6 цього документу є вимога, що лічильники повинні бути стійкі до впливу радіозавад від іскрових розрядів напругою до 15 кВ через повітряний зазор. При цьому, після припинення дії іскрових розрядів на працюючий лічильник покази лічильника не повинні мати спричинених цим впливом додаткових змін, більших ніж 0,1 кВт·год і лічильник не повинен зазнавати пошкоджень.

З метою виконання вказівок нормативного документа спеціалістами ДП «Укрметртестстандарт» була розроблена спеціальна установка, функціональна схема та фото якої наведено на рис. 1 та 2.

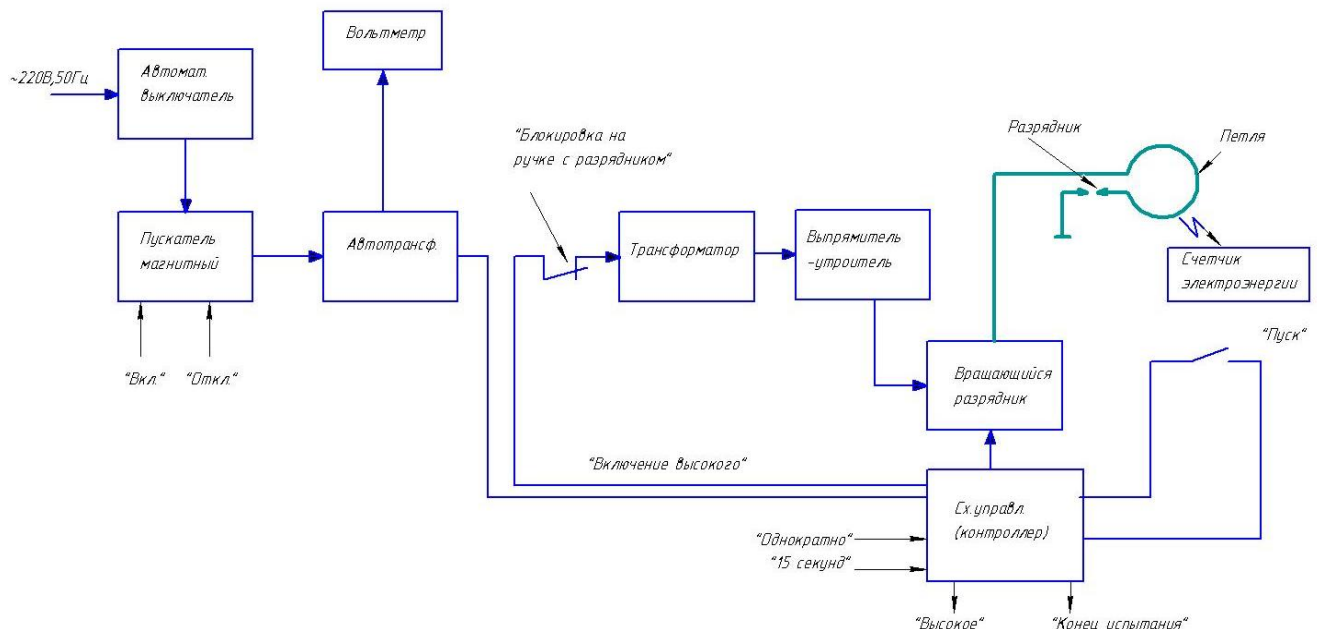


Рис. 1. Функціональна схема установки для випробувань лічильників електричної енергії на стійкість до дії електричних розрядів



Рис. 2. Фотографія установки для випробувань лічильників електричної енергії на стійкість до дії електричних розрядів

Ключові слова: установка, лічильник електричної енергії, випробування.

УДК 681.5.017

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕНЕРГОНОСІЇВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Матіко Г.Ф., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Проектування засобів вимірювання технологічних параметрів (витрати, густини, в'язкості та ін.) можна виконати на основі газогідродинамічних методів вимірювання. Математичні моделі, які застосовують для проектування таких засобів, містять параметри, зв'язані із властивостями контрольованого середовища: густину, в'язкість – для рідких середовищ, коефіцієнт стисливості, показник адіабати, густину, в'язкість – для газоподібних середовищ.

Так як моделі засобів вимірювання та методи їх проектування виконують програмними засобами на ЕОМ, то існує можливість реалізувати методи визначення властивостей довільної складності, а одночасно виникає завдання вибору методу визначення того чи іншого параметру для певного середовища та для окремої області зміни його параметрів стану.

Автором виконаний порівняльний аналіз та систематизація методів визначення властивостей енергоносіїв, зокрема методів визначення коефіцієнта стисливості, густини, показника адіабати, в'язкості. Охоплено методи для найважливіших енергоносіїв (природного газу, водяної пари) та їх компонентів, а також методи розрахунку властивостей технічно важливих газів (азот, вуглекислий газ, водень, кисень і ін.). Здійснено аналіз впливу похибок обчислення фізичних властивостей на похибку моделей, що застосовують для проектування засобів вимірювання окремих параметрів (зокрема витрати) та

сформовані вимоги до точності методів визначення фізичних властивостей енергоносіїв для їх застосування у задачах вимірювання витрати.

Проаналізовано та узагальнено численні літературні дані про значення фізичних та термодинамічних властивостей чистих вуглеводів – компонентів енерговмісних сумішей газів залежно від параметрів стану. Класифіковано аналітичні залежності для розрахунку основних фізичних параметрів газових сумішей, які дозволяють виконати розрахунки з різним ступенем точності. Розроблено алгоритми визначення фізичних властивостей вуглеводів для різних методів розрахунку.

Таким чином, сформована інформаційна база для розрахунку властивостей енергоносіїв, яка містить методи та їх алгоритми, що можуть бути застосовані під час проектування засобів вимірювання.

Застосування результатів роботи дозволяє сформулювати вимоги до методів визначення фізичних властивостей та зменшити похибки проектування внаслідок недосконалості методів розрахунку фізичних властивостей.

Ключові слова: проектування, засоби вимірювання, фізичні властивості, енергоносії.

УДК 681.121

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ ВИТОКІВ ГАЗУ – БАЗОВА ОСНОВА В ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННІ

Крук І. С., Нормативно-аналітичний центр філія ДК “Укртрансгаз”, м. Київ, Україна

Запропонована методика розрахунку та сучасні високоточні методи вимірювання витрат витоків природного газу в газотранспортній системі. Наведені різні за принципом дії схемні рішення систем автоматичного контролю, вимірювання, регулювання, захисту, сигналізації, блокування, які можна використовувати в структурі інформаційно-вимірювальної системи енергозбереження з метою визначення витрат витоків природного газу. Перспективним напрямком у визначенні витрат витоків є впровадження сучасних пересувних лабораторій, оснащених різноманітними за принципом дії, методами вимірювання та розрахунку фізичних параметрів, які прямим чи непрямым способом давали змогу оцінювати обсяги витрат витоків природного газу, а саме: виявлення місць витоків природних газів; системна реалізація методів вимірювання витрат витоків газу; методика розрахунку витрат витоків і створення базової основи для нормування виробничо-технологічних витрат у загальній системі матеріальних балансів; діагностування мережі магістральних газопроводів, газопроводів–відводів газотранспортної системи; оптимізація технологічних режимів транспортування природних газів; автоматизований моніторинг викидів газу в атмосферу; контроль і вимірювання якості газів.

У системі оцінювання обсягів витрат балансів або “розбалансування” окре-

ним розділом виведені в загальній структурі метрологічні аспекти вимірювання та визначення обсягів витрат витоків природного газу, так як базовою основою отриманих результатів у енергозбереженні все ж таки є вимірювання, метрологічне забезпечення вимірювань, методики виконання вимірювань.

Для практичної реалізації методики розглядають варіанти створення нових систем автоматизованого програмного розрахунку обсягів витрат витоків природного газу та використання діючих інформаційно-вимірювальних систем збирання, передавання та зберігання даних вимірювань.

Основними результатами є впровадження нової методики вимірювання та розрахунку обсягів витрат природного газу, включаючи як окремий розділ у структурі виділених статей метрологічні чинники при застосуванні різних методів вимірювання обсягів витрат при повірці, калібруванні технічних засобів вимірювання, при використанні потокових і лабораторних хроматографів, вологомірів і густиномірів для визначення компонентного складу газів, густини газів за стандартних умов вимірювань і температури точки роси за вологою.

Ключові слова: природний газ, витрата, витоки, нормування, матеріальний баланс, діагностування, газотранспортна система, оптимізація режиму транспортування, моніторинг викидів, системні технології, якість.

УДК 681.121

ЗАДАВАЧ ВИТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОРОГУ ЧУТЛИВОСТІ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

Теплюх З. М., Харечко В. В., Ділай І. В., Ціцюра О. І., Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Відповідно до закону України 3533-17 від 16.06.2011 р. до 2018 р. в кожному помешканні чи приватному будинку, де є газові прилади, повинен бути встановлений лічильник газу, у зв'язку з чим кількість побутових лічильників газу, застосовуваних у побутовому секторі, досягне близько 2 мільйонів одиниць. Звідси актуальним є розроблення високоточного задавача малих витрат газу для забезпечення нормованих метрологічних характеристик побутових лічильників, оскільки їх відхилення від норми призводить до неправильного визначення кількості відпущеного/спожитого газу.

Однією із регламентованих характеристик лічильників газу є їх поріг чутливості. На сьогодні для метрологічної перевірки лічильників застосовують різні установки (переважно ковпакові), нижня границя (16 л/год) витратного діапазону яких, часто є значно вищою за поріг чутливості більшості лічильників, який має бути на рівні 10 л/год. Завищення значення порогу чутливості лічильника призводить до виникнення додаткових необлікованих витрат природного газу. Особливо стрімко похибка вимірювання зростає (до

неприпустимо великих значень) при зменшенні витрати до значення порогу чутливості, а при витратах, менших за поріг, лічильник взагалі не обліковує газ.

Пропонований пристрій побудований на основі подільника потоку газу, в кожній гілці якого (подільника) встановлені послідовно з'єднані капіляр і клапан. Кожний капіляр має точно задане значення газодинамічного опору (провідності) і може брати участь у створенні сумарного потоку газу на виході пристрою. Капіляри мають провідності цілочисельно кратні за значенням до вибраного базового, яке забезпечує мінімальне значення витрати і дискретність його задання. Така побудова уможливорює мінімальну кількість дроселів схеми, загальна же кількість дроселів визначається діапазоном задаваних витрат і необхідною дискретністю зміни витрати. В залежності від необхідної точності задання витрати застосовуються різні схеми компенсації впливу температури і тисків або їх стабілізування. Роботою елементів пристрою керує мікропроцесор, основними функціями якого є: виведення пристрою на робочий (зокрема, температурний) режим; опитування давачів температури і тиску; формування заданого значення витрати включенням відповідних клапанів.

Ключові слова: задавач малих витрат, поріг чутливості побутових лічильників газу, капілярні елементи.

УДК 681.122

ВПЛИВ ТЕПЛООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ НА ПОХИБКУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА ОБ'ЄМУ З ДОПОМОГОЮ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

*Матіко Ф. Д., Федоришин Р. М., Крук С. Ю., Національний університет
«Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

Вузли обліку природного газу, побудовані на основі лічильників газу, часто встановлюють на ділянках із змінними параметрами потоку, де наявні інтенсивні теплообмінні процеси. Внаслідок цих теплообмінних процесів температура у лічильнику газу відрізняється від температури газу в місці встановлення термоперетворювача, що призводить до виникнення додаткових похибок вимірювання температури і, відповідно, витрати газу.

До спотворення результатів вимірювання витрати та кількості природного газу приводять наступні складові похибки вимірювання температури: похибка вимірювання температури газу, зумовлена теплообміном між гільзою термометра і стінкою трубопроводу; похибка вимірювання температури газу, зумовлена теплообміном стінки трубопроводу з повітрям; похибка вимірювання температури, зумовлена теплообміном корпусу лічильника з повітрям; похибка вимірювання температури, зумовлена інерційністю термоперетворювача при періодичній зміні температури газу.

Авторами виконане моделювання теплообмінних процесів, які відбуваються у вимірювальному трубопроводі та роторному лічильнику газу та досліджено

названі складові похибки вимірювання температури та їх вплив на похибку вимірювання витрати та об'єму.

За результатами моделювання встановлено, що місце встановлення термоперетворювача відіграє важливе значення, особливо при малих витратах газу. Найдоцільніше місце встановлення термоперетворювача при відсутності теплоізоляції трубопроводу є в корпусі лічильника. Якщо порівнювати встановлення термоперетворювача до чи після лічильника, то варто відмітити що найменше відхилення вимірювання температури газу, а отже і витрати газу, досягається при встановленні термоперетворювача на відстані 2-5 діаметрів трубопроводу після лічильника газу.

Відхилення результатів моделювання від результатів вимірювання температури на декількох вузлах обліку не перевищують $0,3^{\circ}\text{C}$ для стаціонарного режиму. Однак динамічні відхилення можуть досягати значних величин, тому авторами виконується уточнення окремих складових моделі.

Розроблення точної математичної моделі теплообмінних процесів у вимірювальних трубопроводах із встановленими лічильниками газу дозволяє дослідити різні варіанти схем монтажу вузлів обліку на базі лічильників та запропонувати їх оптимальні варіанти.

Ключові слова: вузол обліку газу, лічильник газу, додаткова похибка, вимірювання температури, вимірювання об'єму.

УДК 681.121.84

ВИЗНАЧЕННЯ ДОДАТКОВИХ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ПУЛЬСУЮЧОГО ПОТОКУ

*Костик І. В., Лесовой Л. В., Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна*

На сьогоднішній день одним із найпоширеніших методів вимірювання витрати та кількості природного газу є метод змінного перепаду тиску. Однак, досить часто внаслідок роботи поршневих компресорів, або іншого обладнання, що здійснює переміщення потоку газу на великі відстані, в магістральних газопроводах виникають пульсації потоку газу, які негативно впливають на точність вимірювання витрати та кількості середовища, спричиняючи при цьому додаткові невизначеності результату їх вимірювання. Тому досить актуальною проблемою на даний час, є визначення відповідно до стандарту ДСТУ ГОСТ 8.586.5:2009 додаткових складових невизначеності результату вимірювання витрати та кількості природного газу, а саме:

- невизначеність $U'_{\text{др}}$, яка пов'язана з нелінійністю залежності $q(\tau)=f(\Delta p(\tau))$;
- невизначеність $U'_{\text{дин}}$, яка пов'язана з відсутністю інерційного члена у підкореному виразі квазістаціонарного рівняння витрати природного газу;

- невизначеність $U'_{ди}$, яка пов'язана з дискретністю опитування засобів вимірювання параметрів потоку та середовища при застосуванні обчислювачів витрати та кількості середовища та вимірювальних комплексів;
- невизначеність $U'_{да}$, яка пов'язана з динамічними властивостями вимірювального каналу $\Delta p(\tau)$.

Для вирішення даних питань, авторами виконане моделювання процесу вимірювання витрати природного газу за допомогою установки, яку спроектовано для її вимірювання в умовах нестационарного потоку газу.

На основі отриманих даних виконано наступне: формування масиву значень сигналу перепаду тиску на діафрагмі $\Delta p(\tau)$; визначення режиму протікання середовища у вимірювальному трубопроводі у відповідності до ДСТУ ГОСТ 8.586.5:2009, на основі обчисленого значення середньоквадратичної амплітуди пульсацій перепаду тиску $\tilde{\Delta p}_s$; побудовано амплітудно-частотний спектр сигналу; обчислено значення невизначеностей $U'_{\Delta p}$ та $U'_{дин}$, $U'_{да}$, $U'_{ди}$.

За результатами досліджень встановлено, що для умов нестационарного потоку газу із $\tilde{\Delta p}_s = 0,431$, сума додаткових складників невизначеності вимірюваного значення кількості газу становить

$$U'_d = \sqrt{U'^2_{\Delta p} + U'^2_{да} + U'^2_{ди}} = 2,63\%,$$

що підкреслює необхідність врахування додаткових невизначеностей вимірювання витрати в умовах пульсуючого потоку.

Ключові слова: нестационарний потік, метод змінного перепаду тиску, звужуючий пристрій, пульсації потоку.

УДК 681.121

ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ГАЗУ ЗА ПЕРЕМІЩЕННЯМ МІТКИ КОНТРОЛЬОВАНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

*Мельничук С. І., Мазурик І. З., Приватний вищий навчальний заклад "Галицька академія",
м. Івано-Франківськ, Україна*

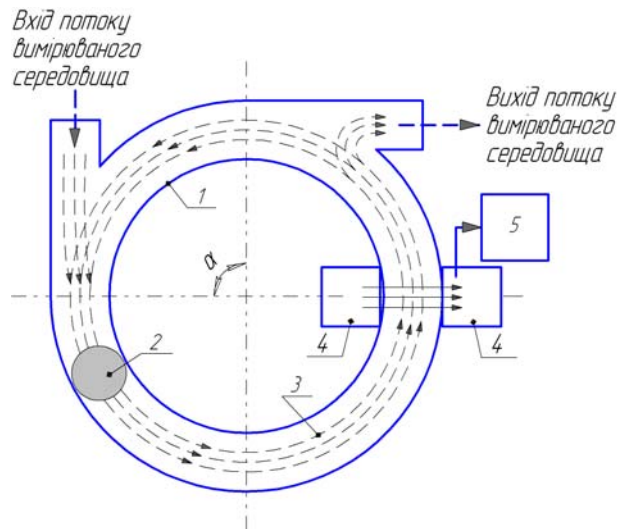
Сучасні ЗВТ об'ємного типу характеризуються рядом недоліків конструктивного характеру, що зумовлені зношуванням мірних компонентів. Крім того згадані пристрої практично не використовують сучасні цифрові технології для опрацювання вимірювальної інформації. Разом з тим серед відомих конструкцій ЗВТ об'єму та об'ємної витрати газу найнадійнішими вважаються міточні первинні перетворювачі на основі оптичних інформаційно-вимірювальних каналів.

Одним з варіантів вирішення реалізації ЗВТ міточного типу є визначення витрати вимірюваного середовища за переміщенням сферичної мітки вага якої

близька до ваги відповідного об'єму вимірюваного середовища.

В результаті запропоновано спосіб (патент №97780 від 12.03.2012), який ґрунтується на вимірюванні зміни часових інтервалів між послідовними проходженнями сферичної мітки торовидною мірною камерою, що дозволяє отримати кількісні характеристики середовища, покращити метрологічні та експлуатаційні характеристики ЗВТ, а також розширити сферу їх застосування.

Фіксація переміщення вимірювального середовища 3, зумовленого перепадом тиску між входом та виходом мірної камери 1, використовується сферична мітка 2. Реєстратор проходження мітки 4 здійснює формування дискретних електричних сигналів, які за допомогою обчислювача 5 безперервно зчитуються і опрацьовуються. Крім того кут α між входом і виходом мірної камери можна змінювати, що дозволяє оптимізувати характеристики переміщення сферичної мітки у відповідності до параметрів контролюваного середовища.



В ході опрацювання даних з реєстратора здійснюється фіксація часових і частотних характеристик вимірювальних сигналів, які пропорційні до значення поточної витрати газового середовища.

Ключові слова: вимірювання, витрата газу, мітка, вимірювальне середовище.

УДК 681.121

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАРЦІАЛЬНОГО ВИТРАТОМІРА

Малісевич В.В., Середюк О.Є., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

В зв'язку з подорожанням енергоносіїв, гостро стоїть питання підвищення точності їх обліку. Так при вимірюванні об'єму або витрати природного газу доцільно одночасно враховувати його теплотворну здатність, оскільки їх інтегральний показник може бути комерційним параметром при оплаті за спожитий природний газ. Для вирішення цього питання авторами запропоновано використовувати парціальний витратомір з корекцією по теплопровідності як параметру, що опосередковано контролює теплотворну

здатність. Оскільки модель функціонування витратоміра містить багато складових, які неможливо точно оцінити на стадії проектування, то доцільним є проведення спеціальних експериментальних досліджень.

Метою роботи є розробка лабораторного стану для фізичного моделювання впливу параметрів природного газу на функціонування парціального витратоміра з коригуванням по параметрах природного газу.

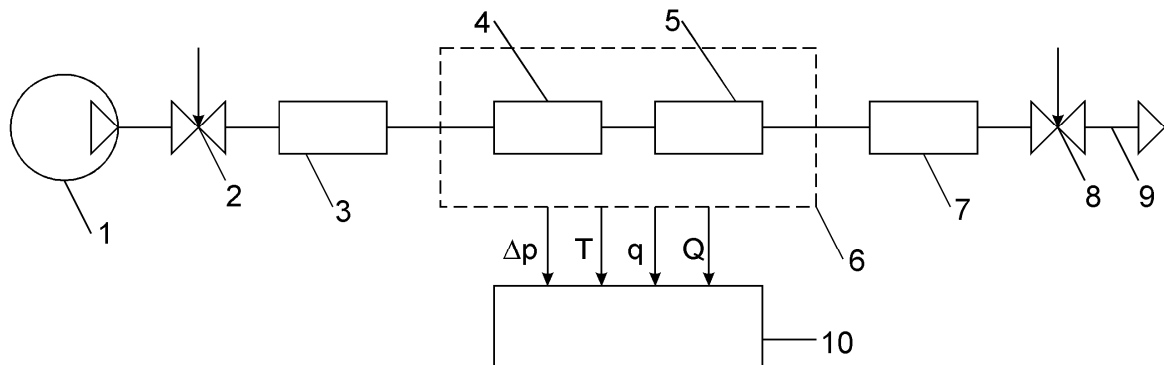


Рис. 1. Структурна схема лабораторного стану для фізичного моделювання умов функціонування парціального витратоміра

Стенд містить компресор 1, перекидні клапани 2 та 8 з регульованою подачею, джерело нагрівання потоку робочого середовища 3, трубку Піто 4, термоанемометричний перетворювач 5, еталонний лічильник 7 з коректором по тиску і температурі вимірюваного об'єму газу, випускний патрубок 9 та ПЕОМ 10. Вузли 4 і 5 разом утворюють парціальний витратомір 6, інформація з якого про перепад тиску Δp , абсолютну температуру T , витрату q і якісні характеристики Q робочого середовища поступає на ПЕОМ 10. Клапанами 2, 8 і джерелом 3 регулюють параметри потоку робочого середовища.

Лабораторний стенд дозволить визначати вплив зміни параметрів робочого середовища на результати вимірювання витрати і об'єму газу з врахуванням зміни його теплопровідності, а також дослідити зв'язок між теплопровідністю і теплотворною здатністю робочого середовища.

Ключові слова: парціальний витратомір, теплопровідність, теплотворна здатність, природний газ.

УДК 681.121

ПРОЕКТУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ГАЗУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Коробко І. В. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Для організації дієвої системи енергозбереження необхідно реалізувати ефективну систему вимірювання і обліку витрати та кількості природного газу (ПГ). Це визначає важливість задачі розроблення сучасних приладів і систем

вимірювання витрати та кількості ПГ з високими метрологічними і експлуатаційними характеристиками.

Традиційним шляхом розв’язання поставлених задач є емпіричний метод з проведенням великої кількості експериментальних досліджень макетних зразків. Виготовлення таких зразків і проведення експериментальних випробувань пов’язано з великими матеріальними та часовими затратами.

Ефективне розв’язання таких задач можливе за рахунок створення комп’ютерних систем проектування приладів з оптимальними конструктивними параметрами, які б розв’язували проблеми побудови високоефективних вимірювальних комплексів з високими метрологічними та експлуатаційними показниками.

Комп’ютерне моделювання роботи вимірювальних перетворювачів витрати та кількості (ВПК) ПГ дозволяє розв’язувати такі задачі: перевірка гіпотез про дію тих чи інших фізичних факторів на ефективність процесу вимірювання витрати і кількості ПГ; визначення метрологічних характеристик приладів; визначення впливу різних фізичних факторів на метрологічні характеристики ВПК; на основі дослідження одного ВПК здійснити розв’язання цілого класу задач, які мають однакові або подібні математичні описи; уточнення математичних моделей і розрахункових алгоритмів; визначення сприятливих технологічних режимів функціонування ВПК та створення інженерних методів їх розрахунків; оптимізація конструктивних параметрів ВПК; постановка обчислювальних експериментів із візуалізацією процесів на екрані комп’ютера; проведення широкомасштабних експериментальних досліджень з малими матеріальними та часовими затратами.

При проектуванні ВПК ПГ використовується великий обсяг інформації для розрахунків, аналізу, конструювання та діагностики якості приладів.

Для аналізу взаємодії чутливих елементів (ЧЕ) ВПК з потоком вимірюваного середовища найбільш зручним способом дослідження є застосування чисельного експерименту на базі сучасних технологій обчислювальної гідродинаміки CFD технологій. Вони дозволяють отримати тиски, а також величини і напрями швидкості у будь-якій точці області, що описується. Це дає суттєву перевагу над натурними експериментами, які потребують значних матеріальних та часових затрат і не завжди дають бажаний результат. Застосування віртуального моделювання на базі CFD технологій дає змогу оцінити вплив на метрологічні характеристики ВПК ПГ конструктивних параметрів самого приладу, параметрів вимірювального середовища за різних умов експлуатації.

Розробка математичних моделей і комп’ютерне моделювання дає можливість глибше зрозуміти і пояснити складні нестационарні гідродинамічні процеси взаємодії потоків вимірювальних середовищ із ЧЕ ВПК і замінити складні і багато затратні натурні експерименти.

Ключові слова: витрати, вимірювальні перетворювачі, природний газ.

УДК 681.121

МОДЕЛЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИТРАТИ ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ЗВУЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Винничук А. Г., Середюк О. Є., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Питання комерційного обліку природного газу в комунально-побутовій сфері набуває все більшої актуальності. З метою підвищення точності його обліку за участю авторів розроблена установка для дослідження метрологічних характеристик побутових лічильників газу (ПЛГ) в умовах експлуатації з використанням природного газу. Первинними перетворювачами для вимірювання витрати в ній використані торцеві звужувальні пристрої (ЗП).

Метою даної роботи є моделювання коефіцієнта витрати спеціальних ЗП як функції від їх модуля з використанням теоретичних та експериментально встановлених залежностей.

Спеціальні ЗП, вимоги до яких регламентовані РД 50-411-83, використовуються для малих Re (близько 10^2 – 10^4), низьких тисків та діаметрах трубопроводу до 50 мм. На основі проведеного аналізу для досліджень вибрані конусна діафрагма і циліндричне сопло, які є найбільш близькими по конструкції та умов застосування до торцевих ЗП, які використані в установці для дослідження ПЛГ. У вказаному вище керівному документі подаються такі аналітичні залежності для розрахунку коефіцієнта витрати α як функції від модуля m для циліндричного сопла та конусної діафрагми відповідно:

$$\alpha = 0,80017 - 0,01801m + 0,7022m^2 - 0,322m^3 \quad (1)$$

$$\alpha = 0,73095 + 0,2726m - 0,7138m^2 + 5,0623m^3 \quad (2)$$

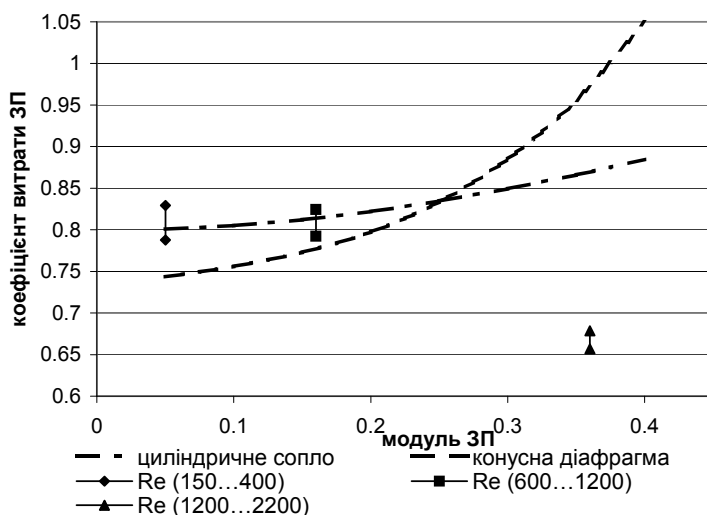


Рис.1. Результати моделювання спеціальних ЗП

При більших значень m є різниця між теоретичними і експериментальними

Моделювання здійснювалося для діапазону m (0,05...0,4), а експериментальне визначення α для торцевих ЗП з діаметром вихідного отвору 0,56; 1,0; 1,5 мм (модулі 0,05; 0,16; 0,36 відповідно) проводилося на установці дзвоного типу за витрат (0,016...0,4) м³/год.

Встановлена відповідність експериментально визначених значень α торцевих ЗП до теоретично розрахованих для циліндричних сопел при $m < 0,2$ (рис.1).

даними внаслідок конструктивних особливостей торцевих ЗП і газодинамічних процесів в них, що потребує подальших досліджень.

Ключові слова: торцевий звужувальний пристрій, коефіцієнт витрати, модуль.

УДК 681.121.84

РЕГУЛЯТОР-ОПТИМІЗАТОР РОБОТИ КУЛЬОВОГО БАРАБАННОГО МЛИНА

*Пістун Є. П., Заграй В. С., Николін Г. А., Федоришин Р. М., Національний університет
“Львівська політехніка”, м. Львів, Україна*

Технологічний процес розмелювання твердих матеріалів за допомогою кульових барабанних млинів (КБМ) є дуже важливим для таких галузей промисловості, як теплоенергетика, цементна промисловість, вугільно-видобувна та ін. Особливістю цього технологічного процесу є те, що КБМ є великими споживачами електроенергії. Не зважаючи на це, процеси розмелювання за допомогою КБМ є слабо автоматизованими. Це пов'язано, з одного боку, з відсутністю методів вимірювання основних параметрів цього процесу, таких як завантаженість млина, його продуктивність і особливо умови передаварійного стану КБМ, коли він настільки завантажений матеріалом, що це спричиняє різке зниження продуктивності і завал млина. Щоб не допустити такого аварійного стану, обслуговуючий персонал свідомо знижує продуктивність млина шляхом зменшення подачі матеріалу в млин і тим самим збільшує енергоємність процесу розмелювання. З другого боку, відсутні надійні методи пошуку оптимального завантаження млина, при якому досягається максимально можлива його продуктивність.

З метою покращення робочих характеристик КБМ, підвищення надійності його роботи, а також зниження енергоємності процесу розмелювання розроблено систему автоматизації та оптимізації КБМ, в основі якої лежить регулятор-оптимізатор. Крім нього у склад системи входить вимірювальний перетворювач температури аеросуміші на виході млина, вимірювальний перетворювач різниці тисків на барабані млина, акселерометр для визначення віброприскорення на підшипнику барабана млина та частотний перетворювач приводу живильника сирого матеріалу. Основними функціями регулятора-оптимізатора є: вимірювання і розрахунок дійсних значень основних технологічних параметрів (ступінь завантаження млина матеріалом, температура аеросуміші на виході з млина і перепад тиску на барабані млина); оптимізація процесу розмелювання, що включає безперервний пошук і стабілізацію такого значення ступеня завантаження КБМ, при якому забезпечується максимально можлива продуктивність млина; безперервне визначення сушильної і вентиляційної можливостей пилесистеми, а у разі їх зниження до критичних значень – оптимізацію роботи млина в допустимих межах; візуалізацію режимів роботи регулятора, поточних значень технологічних параметрів та мінімальних і максимальних допустимих значень основних

параметрів; запобігання завалу млина матеріалом, що розмелюється; гарантія безпечної роботи пилесистеми в автоматичному режимі та ін.

Застосування розробленої системи автоматизації та оптимізації забезпечує істотне підвищення продуктивності КБМ не залежно від якісних характеристик матеріалу і стану пилесистеми, а також суттєве зниження витрати електроенергії на одиницю ваги розмелюваного матеріалу.

Ключові слова: вимірювання, оптимізація, енергоефективність, продуктивність.

УДК 681.122

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ОБЛІКУ СКРАПЛЕНОГО ВУГЛЕВОДНЕВОГО ГАЗУ

*Петришин І. С., Бас О. А., Присяжнюк Т. І., ДП «Івано-Франківськстандартметрологія»,
м. Івано-Франківськ, Україна*

З кожним роком на теренах України все більшої популярності набуває використання скрапленого вуглеводневого газу (СВГ) в якості моторного палива. Відповідно збільшуються і поставки даного продукту до автозаправних станцій. Тому постає питання про його точний облік. Чинними стандартами передбачено облік СВГ у автоцистернах: прямим методом (статичним та динамічним) та опосередкованим методом (статичним та динамічним), хоча на практиці найчастіше використовують опосередкований метод динамічних вимірювань (за допомогою вимірювання об'єму лічильником та густини СВГ). Крім того проводиться відпуск СВГ на паливо–роздавальних колонках (ПРК) за допомогою вбудованих лічильників об'єму СВГ.

Зважаючи на вище сказане, виникає питання стосовно метрологічного забезпечення засобів обліку СВГ. Щодо ПРК, то їхня повірка проводиться, зазвичай, з використання еталонних мірників СВГ. Самі ж еталонні мірники (II розряду) повіряються за допомогою еталонних мірників I розряду при атмосферному тиску та заповненням водою. Що ж стосується лічильників СВГ, які встановлені безпосередньо на автоцистернах, їхня повірка проводиться проливним методом звичайною водою. Це питання вимагає суттєвих допрацювань.

У ДП «Івано-Франківськстандартметрологія» проводяться роботи зі створення еталонної установки для атестації та повірки еталонних мірників СВГ на робочому середовищі, тобто, з використання СВГ. Метою створення такої установки є врахування умов експлуатації еталонних мірників СВГ та визначення впливу робочих умов, зокрема тиску 1,6 МПа, при розрахунку сумарної похибки еталонного мірника СВГ. Принцип роботи установки базується на гравіметричному методі, тобто зважуванні еталонного мірника, який буде заповнюватись СВГ. Крім того проводять дослідження стосовно розробки установки для проведення метрологічної атестації та повірки лічильників, які встановлені безпосередньо на автоцистернах, що

транспортують СВГ на автозаправки. Трудність створення такої установки полягає в тому, що лічильники неможливо демонтувати та провести метрологічні роботи в лабораторії. Тому, операції повірки повинні проводитись безпосередньо на автоцистерні. На даний час проводяться розрахунки технічної можливості створення такої установки та забезпечення проведення метрологічних робіт з використанням автоцистерни, як ємності для зберігання СВГ.

Ключові слова: скраплений вуглеводневий газ, еталонний мірник СВГ, еталонна установка.

УДК 681.21

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВТРАТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Сенів Г. О., Ярошенко І. О., Марчук Т. В., Долішня Н. Б., Піндус Н. М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Визначення величини втрат природного газу в схемах газопостачання при умовах обмеженості енергоресурсів, їх зростаючої вартості, збільшенні учасників газового ринку набуває важливого значення. Зазначені втрати газу характеризуються різницею між надходженням і реалізацією газу споживачами відбором на виробничо-технологічні витрати і власні потреби та транспортування газу.

Вирішення проблеми виявлення втрат природного газу при його транспортуванні в умовах комерціалізації газового ринку пропонується здійснювати шляхом оцінки щільності газотранспортної мережі та справності обладнання газорозподільних пунктів та інших розподільчих пристроїв за допомогою проведення опосередкованих вимірювань в розгалужених схемах газопостачання. З метою проведення зазначених вимірювань запропоновано використання мобільного витратовимірювального комплексу та складання балансу погодинного нічного споживання газу обстежуваного району після закінчення опалювального сезону.

Мобільний витратовимірювальний комплекс являє собою переносний вимірювальний комплекс оснащений лічильником газу, коректором об'єму газу, під'єднувальним комплектом шлангів, трубних переходів та інструментів, сигналізатором загазованості, контрольно-вимірювальними приладами. Вибір приладів і засобів вимірювання для реалізації функціональної схеми мобільного вузла обліку газу було здійснено у відповідності до вимог, які представлені до засобів вимірювальної техніки

З метою кількісної оцінки якості вимірювання втрат газу за допомогою запропонованого витратовимірювального комплексу доцільним є застосування концепції невизначеності.

Для характеристики джерел невизначеності витратовимірювального комплексу здійснена метрологічна оцінка його складових із застосуванням причинно-наслідкової діаграми та розраховано розширену невизначеність яка становить 2,5.

Ключові слова: мобільний витратовимірювальний комплекс, втрати природного газу, розширена невизначеність, причинно-наслідкова діаграма.

УДК 681.121

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ З ТІЛАМИ ОБТІКАННЯ

*Коробко І. В. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Останнім часом виникла гостра необхідність у вимірюванні витрати і кількості паливно-енергетичних ресурсів (ПЕВР) за різної динаміки їх протікання – від сталих до високо динамічних потоків з тривалістю десяти та соті долі секунди. Це визначає необхідність створення приладів і систем вимірювання витрати ПЕВР з високими динамічними і експлуатаційними характеристиками.

Серед широкого різноманіття методів і приладів вимірювання витрати та кількості рідин і газів з високими динамічними характеристиками відзначаються такі вимірювальні перетворювачі з тілами обтікання як гідродинамічні, серед яких найкращі частотні властивості мають системи з жорстко закріпленим диском або лопаткою, що обтікаються потоком вимірювального середовища.

Швидкодія таких вимірювальних перетворювачів витрати та кількості (ВПК) визначаються динамічними характеристиками чутливого елемента, способом кріплення і формою тіла обтікання. Відмінними рисами ВПК гідродинамічного типу є: форми тіл обтікання, способи його закріплення і перетворення вимірюваної інформації у вихідний сигнал. Ці особливості обумовлюють різні метрологічні характеристики розглянутих ВПК.

Для оцінки ВПК гідродинамічного типу різних конструкцій пропонується використовувати коефіцієнт ефективності взаємодії потоку вимірювального середовища із чутливими елементами

$$K = \frac{A}{\Delta p} = \max, \quad (1)$$

де A – величина корисного вихідного сигналу вимірювального перетворювача витрати; Δp – втрата тиску вимірювального середовища на приладі.

Для гідродинамічних ВПК, після визначення складових, вираз (1) набуде виду

$$K = \frac{2 \cdot F_H(t) \cdot c}{\xi \cdot \rho \cdot \omega_0^2} = \max, \quad (2)$$

де $F_H(t)$ – сила гідродинамічного натиску; c – жорсткість пружного елементу; ξ – коефіцієнт місцевого опору тіла обтікання; ρ – густина вимірювального середовища; ω_0 – частота вільних коливань чутливого елементу.

Виходячи з виразу (2) для отримання ефективного ВПК з високими метрологічними характеристиками, необхідно знайти оптимальну форму тіла обтікання чутливого елементу, що забезпечує високий рівень вихідного вимірювального сигналу при мінімальному впливі на потік вимірювального середовища.

В доповіді наведені результати теоретичних і експериментальних досліджень ВПК гідродинамічного типу із застосуванням сучасних інформаційних технологій, направлених на отримання таких приладів з високою точністю вимірювання та мінімальним впливом на гідродинамічні характеристики вимірювального середовища. Особливе значення надавалося знаходженню раціональної форми тіла обтікання чутливого елементу.

Ключові слова: динамічна витрата, вимірювальний перетворювач, ефективність, тіла обтікання.

УДК 543.27.089

ДВОХВИЛЕВИЙ АНАЛІЗАТОР ВОЛОГОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

¹⁾Білінський Й.Й., ²⁾Онушко В.В., ³⁾Власюк Я.М., ¹⁾Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна; ²⁾ДП «Укрметртестстандарт», м. Київ, Україна;
³⁾НАК «Нафтогаз України», м. Київ, Україна

В умовах неперервного зростання об'ємів споживання природного газу, підвищення світових цін щораз актуальнішими стають вимоги до якості газу. Одним із основних шляхів підвищення якості газу є точне визначення вологості, оскільки волога заміщує певну кількість газу, що особливе має значення при великих об'ємах газу.

Двоххвильовий інфрачервоний аналізатор вологості природного газу, який забезпечує вимірювання вологості газу в потоці, враховує змінний склад природного газу та параметри адіабатичного процесу.

Аналізатор працює на хвилях довжиною 1,33 мкм і 1,45 мкм, містить два незалежних канали з оберненими зв'язками, керування роботою та обробка даних виконується за допомогою мікроконтролера. Оскільки в аналізаторі закладений амплітудно-частотний принцип перетворення світлового сигналу, що проходить через газове середовище, то зміна величини затухання, пропорційна частоті. При цьому відносна вологість природного газу визначається

$$\varphi = \frac{\mu_{\text{в.п.}} p_c T Z_{\text{в.п.}} \cdot \left(K(v_2) \ln \frac{f_1 U_{o1} K_1 U_{on1}}{F_{o1}} - K(v_1) \ln \frac{f_2 U_{o2} K_3 U_{on2}}{F_{o2}} \right)}{dT_c p_{\text{в.п.}}(\max) \left(K(v_1) K(v_2) - K(v_1) K(v_2) \right) \rho_{\text{в.п.}}(c)},$$

де d , p , V , m , μ , T , R – товщина шару газу, тиск, об’єм, маса, молярна маса та температура газу, універсальна газова стала, відповідно;

$K(v)$ і $K(v)$ – молярні питомі показники поглинання природного сухого газу та водяної пари на відповідній частоті ν ;

F_{o1} , F_{o2} – опорні та f_1 , f_2 – вимірювальні частоти, відповідно.

Для підтвердження роботи запропонованого аналізатора проведені експериментальні дослідження згідно розробленої методики з використанням стаціонарної калібрувальної системи Michell Dew Point Calibration System Precesion Dewpointmeter фірми Michell Instruments. Встановлено, що відносна похибка вимірювань не перевищує 2,5% в діапазоні до 30% відносної вологості при тиску до 1 атм. Аналіз результатів показав, що застосування двохвилевої схеми сенсора забезпечує відсутність інерційності та дозволяє використовувати розроблений аналізатор вологості в потоці.

Ключові слова: природний газ, якість газу, вологість, аналізатор вологості природного газу.

УДК 681.121

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТА ВОДИ

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

В умовах постійного зростання дефіциту паливно–енергетичних ресурсів (ПЕР) гостро постає необхідність в істотному вдосконаленні обліку їх витрати. Це можливо виключно застосуванням більш досконалих приладів та систем вимірювання витрати ПЕР.

Розробка ефективних вимірювальних перетворювачів витрати та кількості (ВПК) пов’язана з проведенням великої кількості теоретичних та експериментальних досліджень. Задачею таких досліджень є комплексний аналіз процесів взаємодії потоків вимірювального середовища з конструктивними елементами ВПК. Сучасний розвиток інформативних технологій дає змогу при розробці ВПК застосовувати програмні комплекси, які побудовані з використанням числових методів розв’язання складних технічних задач. Числові моделювання часто можуть замінити натурний експеримент, коли останній недоступний внаслідок відсутності експеримента-

льної бази і засобів для його проведення.

Сьогодні багатьма науковцями, дослідниками та інженерами для розрахунків складних процесів і явищ використовується чисельний метод кінцевих елементів, який реалізований у великому числі програм (CAD / CAE продуктів, системах автоматизованого проектування – САПР), які направлені на моделювання гідродинамічних потоків рідин та газів.

Комп’ютерне моделювання потоків рідин і газів дозволяє виконувати глибокий аналіз гідромеханіки в багатьох типах виробів і процесів, що дає можливість не тільки знизити необхідність дорогих прототипів, але й отримати всеосяжні дані, які не завжди доступні при проведенні експериментальних досліджень. Моделювання рідин і газів може служити доповненням до фізичного експерименту. Деякі розробники використовують моделювання для аналізу нових систем до прийняття рішення про те, які експерименти проводити і в якій кількості. Під час пошуку несправностей завдання вирішуються швидше і точніше, оскільки аналіз гідрогазодинаміки виділяє не тільки наслідок несправності, але і її причину. Під час оптимізації розробок нових ВПВК за короткий проміжок часу можна виконати багато аналітичних обчислень та складних багатofакторних експериментів. Результатом цього є розробка сучасних вимірювальних приладів з високими метрологічними та експлуатаційними характеристиками.

Ключові слова: витрата, енергоносії, вимірювання.

УДК 681.121

ГІДРОДИНАМІЧНЕ ВРІВНОВАЖУВАННЯ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ ТУРБІННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ ДОДАТКОВИХ ПОТОКІВ

*Писарець А.В., Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

Одним з основних напрямів покращення метрологічних характеристик турбінних перетворювачів витрати (ТПВ) є вдосконалення роботи опорних вузлів шляхом зменшення в них тертя. Способи зменшення тертя в опорах чутливого елемента (ЧЕ) можна поділити на дві групи: розвантаження опор ЧЕ та врівноважування ЧЕ.

У свою чергу, існуючі ТПВ з повною компенсацією осьового тиску на упорний підшипник за складністю конструкції можна поділити на перетворювачі з використанням додаткових потоків та без них.

Математична модель ТПВ з гідродинамічним врівноважуванням ЧЕ в загальному вигляді складається з системи рівнянь, що описують обертальний та поступальний позовжний рухи ЧЕ:

$$\begin{cases} 2\pi J \frac{dn(t)}{dt} = M_P - \sum M_O \\ m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_{OC} - F_{BP} + F_{PEG} \end{cases}, \quad (1)$$

де $n(t)$ – частота обертання ЧЕ; J – момент інерції ЧЕ; M_P – рушійний момент; M_O – моменти опору обертанню ЧЕ; m – маса ЧЕ; x – повздовжнє переміщення ЧЕ; F_{OC} – сила, що діє на ЧЕ у напрямі потоку; F_{BP} – сила, що врівноважує ЧЕ; F_{PEG} – сила, прикладена до ЧЕ з боку регулятора його положення.

Особливістю математичної моделі ТПВ з врівноважуванням ЧЕ шляхом створення додаткових потоків є необхідність побудови рівнянь балансу витрати у додатковому потоці ТПВ та Бернуллі для цього потоку з метою визначення сил, що діють на ЧЕ перетворювача витрати у поздовжньому напрямі.

Об’ємна витрата, що створює допоміжний потік, складається з трьох частин: витрати, що виходить з внутрішньої порожнини обтікача; витрати, що заповнює внутрішню порожнину обтікача та витрати, що компенсує стисливість частини потоку, яка знаходиться у внутрішній порожнині обтікача.

Рівняння Бернуллі для додаткового потоку у ТПВ складається без врахування його швидкісного напору, оскільки швидкість допоміжного потоку завжди мала у порівнянні із швидкістю вимірюваного потоку. Сума втрат тиску у додатковому каналі перетворювача витрати враховує геометричні особливості ТПВ (довжини ділянок і площі відповідних поперечних перерізів) та коефіцієнти гідравлічних опорів на вході та виході додаткового потоку з обтікача.

В доповіді представлені результати досліджень ТПВ з повною компенсацією осьового тиску на упорний підшипник при використанні додаткових потоків.

Ключові слова: витрата, турбінний перетворювач витрати, врівноважування чутливого елемента, використання додаткових потоків, математичне моделювання.

УДК 681.121

ДО РОЗРАХУНКУ ТОВЩИНИ СТІНКИ КОРПУСУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ

*Писарець А. В., Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

У відповідності до стандартів прилади обліку рідин призначені на робочий тиск, що обирається з ряду: 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,4 МПа. Тому актуальною задачею залишається визначення товщини стінки корпусу приладу у залежності від величини робочого тиску.

Корпус перетворювача витрати (ПВ) представляє собою кільцевий циліндр із внутрішнім r_1 та зовнішнім r_2 радіусами. Оскільки корпус ПВ є частиною трубопроводу, то визначити товщину його стінок можна як для циліндра, навантаженого різницею внутрішнього та зовнішнього тисків ($P_1 - P_2$).

Вихідними даними для розв’язку цієї задачі є: внутрішній діаметр циліндра; внутрішній тиск; зовнішній тиск; матеріал; допустиме напруження.

В загальному випадку для циліндра навантаженого внутрішнім P_1 та зовнішнім P_2 тисками визначають нормальні напруження σ_r та σ_θ :

$$\sigma_r = \frac{r_1^2 P_1 - r_2^2 P_2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{r_1^2 r_2^2 (P_1 - P_2)}{r_2^2 - r_1^2} \frac{1}{r^2}, \quad (1)$$

$$\sigma_\theta = \frac{r_1^2 P_1 - r_2^2 P_2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{r_1^2 r_2^2 (P_1 - P_2)}{r_2^2 - r_1^2} \frac{1}{r^2}. \quad (2)$$

де σ_r – нормальні напруження (радіальні напруження) на циліндричній поверхні елемента радіусом r ; σ_θ – нормальні напруження на плоских гранях (тангенціальні або окружні напруження).

Товщина стінки корпусу характеризується величиною відношення внутрішнього радіусу до зовнішнього $k = r_1 / r_2$.

Із врахуванням величини k вирази (1) та (2) для визначення нормальних напружень набувають виду

$$\sigma_r = \frac{k^2 P_1 - P_2}{1 - k^2} - \frac{(P_1 - P_2) r_1^2}{1 - k^2} \frac{1}{r^2}, \quad (3)$$

$$\sigma_\theta = \frac{k^2 P_1 - P_2}{1 - k^2} + \frac{(P_1 - P_2) r_1^2}{1 - k^2} \frac{1}{r^2}. \quad (4)$$

При зміні товщини стінки корпусу напруження σ_r залишається стискувальним і плавно змінюється за гіперболічним законом (рівняння (3)) від величини $-P_1$ біля внутрішньої поверхні корпусу до величини $-P_2$ – на його зовнішній поверхні.

Товщина стінки корпусу ПВ визначається за виразом

$$h_k = r_1 / k - r_1,$$

де величина k визначається розв’язком рівняння (4) за граничних умов $r = r_1$ або $r = r_2$:

$$k = \sqrt{\frac{\sigma_\theta + 2P_2 - P_1}{P_1 + \sigma_\theta}}.$$

У доповіді наведена методологія визначення товщини стінок корпусу перетворювачів витрати, які є основою приладів обліку витрати та кількості енергоносіїв, та особливості її застосування для певних умов експлуатації.

Ключові слова: витрата, перетворювач витрати, товщина стінки корпусу.

УДК 681.121(075.32)

**МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЕРЖАВНОГО АГЕНТСТВА
ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**

Бойко С. Г., ДП «Укрводсервіс», м. Київ, Україна

Головна організація метрологічної служби (ГОМС) Держводагентства України створена в грудні 1999 року з метою організації, координації та здійснення заходів щодо виконання Програми моніторингу якості поверхневих вод, а також забезпечення єдності вимірювань на підприємствах водогосподарської галузі. Починаючи з 2004 року Державне підприємство «Укрводсервіс» визначено ГОМС водогосподарської галузі.

ГОМС водогосподарської галузі є тією ланкою в структурі управління водогосподарським комплексом, яка приймає активну участь у впровадженні нових досягнень науки і техніки в галузі, регулюванні і контролі за використанням водних ресурсів, забезпеченні потреб населення та галузей економіки якісними водними ресурсами у достатній кількості, безаварійному функціонуванні складних гідротехнічних систем і водогосподарських комплексів.

Сьогодні в системі Держводагентства України налічується 39 лабораторій моніторингу вод та ґрунтів, які атестовані на право виконання метрологічних робіт і які здійснюють постійний розгорнутий контроль якості води (за 40 показниками) та ґрунтів. Відповідно до затверджених річних графіків постійно проводиться переатестація цих вимірювальних лабораторій і підрозділів, забезпечується перевірка засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Для кожної лабораторії розроблена, впроваджена і функціонує система якості, згідно якої проводиться як внутрішній, так і зовнішній контроль за ідентичністю вимірювань.

За результатами метрологічного нагляду забезпечується єдність вимірювань, визначається ступінь використання і потреби в ЗВТ, проводиться аналіз наданих інформаційних матеріалів, обґрунтовуються рекомендації щодо необхідності оновлення бази вимірювальної техніки на більш сучасні зразки. Вимушене застосування застарілих ЗВТ значно ускладнює роботу лабораторних і технічних служб.

За пропозиціями ГОМС здійснюється поступове оновлення приладової бази структурними підрозділами Держводагентства. Так відбувається придбання автоматичних ультразвукових стаціонарних та портативних витратомірів води, аналізаторів вмісту нафтопродуктів у воді, комплекти для знаходження скритих комунікацій, показники вірного упорядкування фаз та перекосу фаз по напрузі, тепловізори, складені та погоджені плани закупівель обладнання на 2012 рік.

Фахівці галузі роблять все можливе для забезпечення виконання покладених на них функцій і завдань. Нажаль, без модернізації виробництва, введення в експлуатацію сучасного обладнання, фінансово обмеження реалізації завдань стосовно оновлення приладової бази зумовлюють

виникнення відсталості у впровадженні сучасних моделей і систем для управління ресурсним потенціалом країни.

Ключові слова: головна організація метрологічної служби (ГОМС), єдність вимірювань, метрологічні роботи, засоби вимірювальної техніки, система якості, внутрішній контроль, зовнішній контроль, приладова база вимірювальної техніки, витратоміри, аналізатори, показчики вірного упорядкування фаз.

УДК 681.121

КАК МИНИМИЗИРОВАТЬ ПОТЕРИ ПРИ ОБЩЕДОМОВОМ УЧЕТЕ

¹⁾Красножон И. И., ²⁾Лукаш М. О., ¹⁾ООО «ИН-Прем», г. Киев, Украина; ²⁾Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

Согласно статистике основным потребителем воды в населенных пунктах является жилищный фонд, соответственно и основные потери воды находятся именно в жилищном фонде.

Учет в жилищном фонде может быть реализован 2-мя способами:

Первый способ – прямые договора жильцов с водоканалом (поквартирный учет, который присутствует в большинстве населенных пунктов). В этом случае потери, вызванные некачественным измерением, достигают 50%.

Второй способ – общедомовой или групповой учет, реализован в Киеве, где потери от недоучета достигают 20%.

Где скрыты потери при общедомовом учете?

При исследовании режимов водопотребления нескольких многоквартирных жилых домов с помощью архиватора DataLogger, было определено, что присутствуют режимы водопотребления, находящиеся в мертвой зоне измерения классического счетчика воды в метрологическом классе точности «В». Для качественного учета водопотребления необходимо было произвести замену счетчика на более точный в классе «С», в некоторых случаях с уменьшением диаметра, т. е. оптимизировать учет водопотребления. Оптимизация (исследование реального водопотребления объекта на основании, которого проводится подбор счетчика) необходима потому, что во всех категориях абонентов произошло значительное снижение объемов водопотребления, и метрологические характеристики установленных ранее счетчиков воды не соответствуют реальным режимам водопотребления.

Для уменьшения потерь от недоучета до 5% при общедомовом учете необходимо:

1. Произвести оптимизацию существующих узлов учета.
2. На новых узлах учета применять современные счетчики воды с высокими метрологическими характеристиками, например класс «С».

Третьим условием является внедрение системы дистанционного сбора данных, что позволит получить объективный баланс между объемом поданной и реализованной воды. Но самое главное – сокращение продолжительности процесса сбора данных до 5 дней позволит водоканалу сократить дебиторскую задолженность за потребленную абонентами воду в размере сбора денег за 1 месяц.

Ключевые слова: высокоточные счетчики воды, метрологический класс точности «С», системы дистанционной передачи данных, оптимизация учета водопотребления.

УДК 658.26

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ШАГА ДИСКРЕТИЗАЦИИ ПРИ КОНТРОЛЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*Ткачук К. Н., Калинин В. В., ИЭЭ Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

Одной из основных причин возникновения аварий электромеханических систем есть неучет влияний режимов нагрузок и качества напряжения питания, недостаточен объем информации о техническом состоянии оборудования, несвоевременное выявление и устранение дефектов.

Внедрение методик и технических решений диагностирования позволит осуществлять опережающее обслуживание электромеханических систем и управление их техническим состоянием, непрерывную защиту от аварийных режимов.

Техническое решение этих задач находится в классе систем дискретного действия. При этом, одной из основных задач при проектировании таких систем есть выбор оптимального шага дискретизации контроля параметров электротехнического оборудования. Тривиальное решение задачи при выборе сколь угодно малого шага дискретизации нежелательно с точки зрения функциональной перегрузки контролирующей системы. Шаг дискретизации должен быть выбран таким, чтобы обеспечивался минимальный объем обрабатываемой информации с надежной фиксацией возможных аномальных режимов.

Анализ существующих методов выбора шага дискретизации показал, что за счет разного рода допущений и обобщений все они приводят к выбору неоправданно малых его значений.

Предлагается процедура определения шага дискретизации, основанная на определении функции распределения длительности выбросов случайного процесса изменения контролируемых параметров за установленные значения.

С физической точки зрения величина шага дискретизации Δ , вычисленная по предлагаемой процедуре, определяет такую длительность выброса

случайного процесса за некоторый уровень, при которой вероятность выброса меньшей длительности равна некоторому малому числу δ . Иначе, если на вход контролирующей системы поступает дискретный сигнал с шагом Δ , то такая система с вероятностью не ниже $(1-\delta)$, зафиксирует превышение заданного уровня.

Предлагаемая процедура реализована в виде алгоритма и программы.

Ключевые слова: аварии электромеханических систем, системы дискретного действия, оптимальный шаг дискретизации.

УДК 621.128

ЛІЧИЛЬНИК ГАРЯЧОЇ ВОДИ

*Коваленко В. А., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Рациональное використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та їх економія неможливі без точних розрахунків, а тому для комерційного обліку спожитої води в комунальній і комунально-побутовій сфері лічильники витрати та кількості. З їх допомогою ведеться облік питної, мережевої (як холодної, так і гарячої) та стічної води.

Комерційний облік гарячої води дуже часто викликає незадоволення споживачів, оскільки величина плати за споживання гарячої води не залежить від її якісних характеристик, особливо температури. Проблеми диференціації оплати за споживання гарячої води в залежності від її температурних показників значно загострилися з підвищенням платежів за комунальні послуги.

Ефективним вирішенням проблеми є встановлення споживачами багато тарифних лічильників води, які дозволятимуть платити за використання гарячої води в залежності від її температурних показників. Тому для вдосконалення системи обліку гарячої води необхідні універсальні лічильники, які будуть вести облік гарячої води з врахуванням її температури.

Багатотарифні лічильники гарячої води можуть бути побудованими за різними схемами: енергазалежні та енергонезалежні відносно систем живлення.

Найбільш перспективними шляхом розв'язання задачі диференціації оплати за використання гарячої води є створення енергонезалежних багатотарифних лічильників води. Тому була запропонована конструкція двотарифного лічильника води, розроблена з використанням термобіметалевого диску з розрізаними пелюстками від його центру. При протіканні через такий лічильник рідини з температурою вище нормованої, пелюстки диску відкриті і між магнітними напівмуфтами існує надійний магнітний зв'язок. Як тільки температура води знижується нижче нормованого значення, завдяки біметалічній структурі пелюстки закриваються та екранують магнітний зв'язок між напівмуфтами. В цьому випадку відліковий пристрій починає

сповільнювати відлік спожитої води. При продовженні охолодження води відліковий пристрій може взагалі зупинитися і не рахувати витрату води.

В той же час такий лічильник має недоліки, серед яких основні такі:

- великий час розкриття «пелюстків»;
- необхідність великої відстані між магнітними напівмуфтами для вільного ходу «пелюстків».

Ключові слова: лічильник гарячої води, термобіметалевий диск.