

СЕКЦІЯ 8

ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ

УДК 681.121

ТЕХНІЧНА ПОЛІТИКА РОЗВИТКУ СИСТЕМ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ

Крук І.С. НАК „Нафтогаз України” ДК „Укртрансгаз”, м. Київ, Україна

Сьогодні для вимірювання витрати та визначення кількості природного газу широкого застосування набули витратоміри змінного перепаду тиску (ВЗПТ) зі стандартними пристроями звуження (СПЗ), а для обліку об'єму газу все частіше використовують лічильники різних типів разом із обчислювачами-коректорами. Вже тепер змінюється існуюча тенденція до застосування традиційних технічних засобів вимірювання при створенні комерційних вузлів обліку природного газу. Зокрема, для діаметрів трубопроводів вище за 0,4 м є доцільним використовувати ВЗПТ із СПЗ і сучасними обчислювачами вітчизняного виробництва і закордонних фірм разом із перетворювачами абсолютного тиску, температури, перепаду тиску, а також із комплектацією пунктів обліку газу потоковими газоаналізаторами, густиномірами, вологомірами. Європейські країни, які споживають газ із газотранспортної системи України, проектують комерційні вузли обліку газу лише з використанням турбінних, ультразвукових та інших лічильників.

Особливо актуальними питаннями є визначення компонентного складу газу при використанні результатів аналізу газу за лабораторними і автоматичними потоковими хроматографами, розрахунку густини газу в стандартних умовах вимірювання, контроль кондиційності газу, визначення калорійності газу та перехід на новий вид обліку за енергетичною цінністю газу, а також розрахунок запасу газу в газотранспортній системі України, втрат і витрат газу (паливного газу на газоперекачуючі агрегати) на виробничо-технологічні потреби, створення інформаційних систем моніторингу та систем збирання та передавання даних від обчислювачів у диспетчерські управління, інформаційні центри.

Для забезпечення високої точності вимірювання витрати газу ВЗПТ чи лічильниками необхідно враховувати якість очищення газу для транспортування та споживання, яка визначається наявними в газі парами води (в т. ч. парами інших рідин) і оцінюється за виміряною температурою точки роси по воді або за розрахованою відносною вологістю. Обов'язковим при вимірюваннях є використання фільтрів або фільтрів-сепараторів, які забезпечують очищення газу від механічних домішок із їх розмірами до (3-5) мкм і парів наявних у газі парів різних рідин.

Ключові слова: системи комерційного обліку природного газу, компонентний склад газу.

УДК 681.121: 543.544-032.31: 665.72.033

НОВІ АСПЕКТИ У ВИЗНАЧЕННІ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

¹⁾Крук І.С., ²⁾Крук О.І., ¹⁾НАК „Нафтогаз України” ДК „Укртрансгаз” м. Київ,
²⁾Національний університет „Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

При визначенні об'єму природного газу необхідно знати його компонентний склад, який визначають методом хроматографічного аналізу. За результатами аналізу розраховують густину газу в стандартних умовах вимірювання (СУВ), число Воббе, питому теплоту згоряння та відносну густину, оцінка достовірності яких є надзвичайно важлива та актуальна.

За допомогою лабораторних і потокових хроматографів визначають концентрацію таких компонентів як метан, вищі вуглеводні від C₂ до C₆, азот, вуглекислий газ і кисень в молярних або об'ємних процентах, приведених до СУВ відповідно мол. %, об. %.

Природний газ вважають сухим коли концентрація наявних у газі парів води не перевищує 0,005 мол.% *. Для сухого газу молярну концентрацію метану визначають як

$$x_{CH_4}^C = 100 - \sum_{i=1}^m x_i, \quad (1)$$

де x_i - молярна концентрація і-компонентів природного газу (крім метану).

Відомо, що із-за обмеженої чутливості детектора за теплопровідністю хроматографа ряд компонентів виявити не можна, але при розрахунках повинні бути враховані усі компоненти газу, молярна доля яких перевищує 0,00005. Вираз (1) можна уточнити

$$x_{CH_4}^C = 100 - \sum_{i=1}^m x_i - \sum_{j=1}^n x_j, \quad (2)$$

де x_j - молярна концентрація j-компонентів газу, значення яких визначити не можна.

Встановлено, що природний газ завжди містить пари води. Перед початком аналізу газу його сушать від наявних парів води, але ту частину парів води, яку поглинає осушувач, у виразах (1) і (2) не враховують, вважаючи, що поданий газ є сухим, тобто

$$x_{CH_4}^C = 100 - \sum_{i=1}^m x_i - \sum_{j=1}^n x_j - x_{H_2O}, \quad (3)$$

де x_{H_2O} - молярна концентрація парів води.

Ключові слова: природний газ, компонентний склад газу.

УДК 697.34

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ У ПІДЗЕМНИХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ

Ващишак І.Р. ТзОВ Науково-виробнича фірма «Зонд», м. Івано-Франківськ, Україна

У даний час більшість теплових мереж мають значні теплові втрати, причиною появи яких є не тільки низькі теплоізоляційні властивості трубопроводів з мінераловатною ізоляцією, але й значне фізичне зношення тепломагістралей. Переважаюча більшість підземних теплових мереж має понаднормові терміни експлуатації. Через обмеженість фінансування фактична заміна трубопроводів теплових мереж на рік не перевищує 4% від їх довжини. Тому актуальним є питання створення методики для швидкого визначення місць теплових втрат у підземних теплових мережах, що дозволить зекономити кошти і час на проведення ремонтів.

Методика знаходження місць втрат тепла підземними тепловими мережами полягає у наступному. Спочатку, за показами теплового лічильника на котельні визначається ділянка мережі, де існують понаднормові теплові втрати. Потім, за показами будинкового лічильника тепла, визначається об'єкт, де безпосередньо є теплові втрати. Якщо об'єктом теплових втрат є будинок, то його доцільно досліджувати безконтактними методами теплового контролю із застосуванням пірометрів та тепловізорів. Якщо ж об'єктом втрат тепла є підземні трубопроводи, то їх дослідження здійснюється шляхом вимірювання градієнту температур на поверхні ґрунту вздовж та поперек трубопроводів. При цьому тепловізори та пірометри застосовувати недоцільно, оскільки внаслідок руху повітря та теплової неоднорідності ґрунту суттєво зростає похибка вимірювань. Вимірювання температури ґрунту доцільно проводити контактним методом за допомогою малоінерційних термодавачів. Вісь трубопроводів теплової мережі, глибина залягання та температури над ними вимірюються і розраховуються мікропроцесором постійно по всій довжині ділянки контролю. Місце втрат тепла знаходиться шляхом вирішення геометричної задачі зміщення джерела максимальної температури у бік одного з трубопроводів. Після визначення місця втрат вимірюється акустичний шум від підземної тепломережі та струм у стінках трубопроводів, які дають змогу ідентифікувати тип пошкодження. За типом пошкодження приймається рішення про ремонт чи заміну ділянки трубопроводу.

Регулярне дослідження стану підземних теплових мереж та будинків дозволить ефективно планувати роботи на ремонт і утримання житлового фонду, що призведе до забезпечення більш комфортних умов проживання людей та зниження енергоспоживання та суттєвої економії енергоресурсів.

Ключові слова: методика, тепла мережа, підземний трубопровід.

УДК 681.121.42

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ЗА СЧЕТ КАЧЕСТВЕННОГО ПРИБОРНОГО УЧЕТА

¹⁾Гришанова И.А., ²⁾Покрас И.С., ¹⁾Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", ²⁾фирма СЕМПАЛ, г. Киев, Украина

Украина относится к числу стран, частично обеспеченных традиционными видами первичной энергии, а потому их стоимость в нашей стране достаточно высока.

Было решено подсчитать, во сколько обходится поставщику и потребителю всего 1% снижения точности измерения за счет использования некачественных и, как правило, относительно дешевых приборов учета.

Проведенные расчеты показали, что для больших трубопроводов диаметром от 200 мм стоимость каждого процента погрешности измерения тепла некачественным теплосчетчиком составляет от тысяч до десятков тысяч долларов каждые 10 дней.

Причем, зачастую при установке таких некачественных средств учета на реальный объект они уже не соответствуют высоким метрологическим характеристикам, записанным в их технической документации. В процессе же реальной эксплуатации на нашей засоренной воде и ржавых трубопроводах точность этих приборов стремительно падает – до 3-7% в год. Поэтому каждый из них в отдельности может приносить реальные убытки в сотни тысяч, а иногда и более миллиона долларов в год.

Таким образом, первым шагом на пути экономии энергоресурсов, в частности тепла и газа, является их точный приборный учет. Существует большой выбор таких приборов, работающих на базе различных методов измерения расхода, среди которых наиболее распространены электромагнитный, ультразвуковой, вихревой и скоростной (механические расходомеры). На вопрос: «Какой метод лучше?» - однозначно ответить нельзя. В каждом конкретном случае либо потребитель, либо грамотный установщик должны сами оценить все достоинства и недостатки каждого из методов и сделать оптимальный выбор с учетом возможностей потребителя. Два последних типа приборов (вихревой и механический) прежде всего ориентированы на такого заказчика, который желает приобрести теплосчетчик по минимальной стоимости и для которого высокие метрологические характеристики в широком диапазоне измерений не принципиальны. Если же финансовые возможности потребителя позволяют, и речь идет о приобретении прибора с высокими метрологическими характеристиками в более широком диапазоне измерения, то следует остановиться на электромагнитных и ультразвуковых преобразователях расхода.

Ключевые слова: теплосчетчик, энергоресурсы, преобразователь расхода.

УДК 681.335

**«АКВА УКРАИНА» - РАЦИОНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ,
СВЯЗАННЫХ С УЧЕТОМ И КОНТРОЛЕМ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСУРСОВ**

Петренко Н.Н., Фурман О.И., ПП «Аква Украина», г. Киев, Украина

Во всех странах мира масштабы строительства растут, что требует развития отрасли энергосбережения, обеспечения установки приборов учета тепла и воды в каждом здании, в каждой квартире. Когда у жителей будут эти приборы, они станут материально заинтересованы в рациональном использовании тепловой энергии и воды, они почувствуют, открывая кран, что их деньги утекают в канализацию, причем с ростом цен на газ, электроэнергию и воду происходит постоянное увеличение тарифов за тепло и воду. В этой связи особенно актуальным становится вопрос оплаты по приборам учета. Это позволит, с одной стороны, стимулировать экономию энергоресурсов, а с другой – снизить затраты жителей на оплату коммунальных услуг, что также подтверждает опыт других стран. Кроме того, совершенно очевидно, что эффективность установки приборов учета из года в год будет возрастать.

Предприятие уже более 11 лет постоянно обновляет и расширяет перечень своей продукции и объем предоставляемых услуг (теплосчетчики; электромагнитные, ультразвуковые, вихревые и тахометрические расходомеры; тепловычислители; проливные поверочные установки и др.), так в 2006 году предприятие Аква Украина освоило производство блоков терморегулирования АТР, клапанов проходных седельных регулирующих АСКР, блочных тепловых пунктов, теплообменников. С 2007 года успешно внедряются люминесцентные светильники с автоматическим регулированием уровня освещенности для экономии электроэнергии при увеличении светового потока ламп.

Главная задача предприятия и основная забота руководителей и всего коллектива - обеспечение комфортных условий проживания и жизнедеятельности населения страны и в первую очередь Киева. «Аква Украина» выполняет полный комплекс работ по проведению энергетического аудита, проектированию, монтажу, пусконаладочным работам, гарантийному и послегарантийному обслуживанию блочных автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов с применением пластинчатых теплообменников, средств регулирования и учета тепловой энергии.

Ключевые слова: индивидуальный тепловой пункт, контроль потребления энергоресурсов

УДК 681.121

К.В.М. – НА КРОК ПОПЕРЕДУ

Коломійченко В. В., Тюпа В.С., ТОВ „К.В.М. Завод водотеплолічильників”, м.Київ, Україна

Сучасний стан справ у сфері обліку води, істотно гальмує розвиток ринко-

вих відносин в економіці України, сприяє розкраданню і безгосподарному використанню природних ресурсів, перешкоджає ефективному проведенню енергозберігаючих заходів. На сучасному етапі фактично склалися умови, коли у підприємств, що займаються виробництвом, передачею і розподілом паливно – енергетичних ресурсів (ПЕР), відсутня зацікавленість у підвищенні якості обліку, у виявленні і зниженні неконтрольованих втрат. Крім того, ресурси планети використовуються такими темпами, що через декілька поколінь люди вже не матимуть можливості користуватися ними.

Успішне рішення даної проблеми передбачає наявність сучасних витратомірів рідини необхідної точності та надійності, встановлення лічильників води, конструкція яких буде одночасно підходити для сучасної води, маючи при цьому високу точність обліку.

Враховуючи те, що конструктивне виконання більшості лічильників води різних марок, які заповнили ринок України, не зовсім відповідає потребам користувачів. Спеціалістами ТОВ „К.В.М. Завод водотеплолічильників” виготовляються та впроваджуються лічильники води, конструкція яких виконана так, щоб захистити роботу приладу від стороннього втручання. Чутливий елемент у вигляді дев’яти лопатної зірки обертається тільки на верхній опорі, чим забезпечено розвантаження опор, що навіть при воді з підвищеним вмістом домішків не виникає закоксування крильчатки. Щоб підтвердити якість та точність даних лічильників підприємство дає п’ятирічну гарантію.

Ще однією особливою продукцією є лічильник води типу „мокрохід”. Лічильники мокрого типу дуже прості та достатньо ефективні прилади обліку води. Не зважаючи на те, що лічильний механізм не захищений від потоку води, в середину лічильного механізму вода не проникає, хоча обертання крильчатки передається на нього методом зубчатої передачі. Цей ефект досягається заповненням камери лічильного механізму в’язким гідрофобним наповнювачем, а саме технічним гліцерином, що не змішується з водою та не перешкоджає руху шестерень, але ізолює їх від води. Водолічильники такої конструкції встановлюються в місцях з підвищеною вологістю.

Ключові слова: проблема, конструкція, лічильник.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ РІДИН

*Коробко І.В., Науково-дослідний центр „Прилади і системи енергозбереження”
національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Витрата є складною для вимірювання фізичною величиною. На результат вимірювання суттєво впливають фізико-хімічні властивості вимірювального середовища, параметри його стану, гідродинамічні характеристики потоку, ге-

ометрія місця вимірювання і самого приладу. Достатньо великим є діапазон вимірювань, який сьогодні потрібно охопити на практиці: від мл/год, при контролі протічок в об'єднаних енергетичних установках, до сотень тисяч м³/год, в системах охолодження АЕС.

Нині не можливо уявити промислові об'єкти і комунальне господарство без сучасних засобів автоматизації з використанням сучасних досягнень інформаційних технологій і теорії управління. Спрощуються логічні вимірювальні схеми, які дають можливість зробити існуючі вимірювальні процеси більш інтелектуальними. Підвищується надійність і ефективність приладів. За цих умов необхідні вимірювальні перетворювачі витрат рідин (ВПВР), які б задовольняли високі, інколи протиріччі вимоги. З цією метою проводяться спеціальні дослідження як окремих характеристик приладів, так і ВПВР в цілому.

З метою автоматизації досліджень характеристик ВПВР були розроблені пакети прикладних програм, які включають до себе програми розрахунку ВПВР. Необхідність розробки даного пакету прикладних програм була обумовлена тим, що математичні моделі ВПВР включають вирази, які неможливо розв'язати аналітичним шляхом. Застосування в цьому випадку чисельних методів є досить ефективним і поширеним шляхом розв'язанням даної проблеми.

Програмний комплекс дає можливість здійснювати цілий ряд теоретичних досліджень: профілю потоку; статичної та динамічної характеристик; похибок ВПВР.

Характерні особливості пакетів прикладних програм: інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс; оптимізована обробка великої кількості даних; можливість одночасного порівняльного розгляду декількох графіків на одній координатній площині; постійна індикація найбільш важливих вимірюваних параметрів.

Ключові слова: витрата, витратоміри, лічильники, математичні моделі.

УДК 681.121

SENSUSBASE – РАДИОСИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО СЪЕМА И ПЕРЕДАЧИ ПОКАЗАНИЙ СО СЧЕТЧИКОВ

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

Радиосистема SensusBase (совместная разработка компаний Sensus Metering Systems и Siemens) предназначена для дистанционной передачи показаний со счетчиков, установленных в малых и больших, жилых и административных зданиях, накопления данных на протяжении последних 16 месяцев и передачу этой информации в персональный компьютер для последующей обработки.

Система SensusBase состоит из радиомодулей Base-R и/или Base-P, которые присоединяются к счетчикам, и сетевых узлов BaseNet, которые получают данные от радиомодулей. Радиомодули Base-R предназначены для непосредственной установки на квартирные счетчики холодной или горячей воды.

Радиомодули Base-R предназначены для передачи показаний со счетчиков, которые оснащены импульсным выходом. Это могут быть общедомовые или промышленные счетчики воды, счетчики газа, электрической или тепловой энергии.

Аналогично радиомодулю Base-R квартирного счетчика, модуль Base-R содержит в своем составе маломощный радиопередатчик, с помощью которого шесть раз в сутки на частоте 868,3 МГц передает показания подключенных счетчиков в сетевой узел BaseNet. Радиомодули оснащены литиевыми батареями, что позволяет им работать на протяжении 12 лет.

Одна сеть, состоящая из 1...12 сетевых узлов BaseNet, может содержать данные, полученные от 500 радиомодулей счетчиков. Сеть формируется автоматически после переключения узлов в режим установки. Количество сетевых узлов определяется особенностями материалов стен и перекрытий, конфигурацией здания, а также расстоянием от радиомодуля до узла. Каждый сетевой узел содержит в своем составе радиоприемник и радиопередатчик. Особенностью работы системы является то, что все сетевые узлы обмениваются данными счетчиков между собой. Все данные счетчиков могут быть переданы в персональный компьютер после подключения его к любому сетевому узлу.

В данный момент радиосистема SensusBase широко применяется в разных городах Германии, Словакии, Франции и др. европейских странах. Кроме того, элементы системы сертифицированы и внесены в «Реестр РЭС и излучающих устройств, которые могут использоваться на территории Украины».

Ключевые слова: дистанционная передача показаний, радиомодуль, счетчик.

УДК 621.125

ЩОДО СТВОРЕННЯ ЕТАЛОННОЇ БАЗИ УКРАЇНИ В ГАЛУЗІ ВИМІРЮВАНЬ ОБ'ЄМУ, МАСИ, ОБ'ЄМНОЇ ТА МАСОВОЇ ВИТРАТИ ХОЛОДНОЇ ТА ГАРЯЧОЇ ВОДИ, ЩО ПРОТІКАЄ ПО ТРУБОПРОВОДУ

Кузьменко Ю.В., Чередниченко С.В., Укрметртестстандарт, м. Київ, Україна

Згідно з Програмою поетапного оснащення наявного житлового фонду засобами обліку та регулювання споживання води і теплоти на 1996-2002 рр., затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 27 листопада 1995 р. № 947, зі змінами, внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 1998 р. № 1657, передбачається впровадження:

- будинкових лічильників холодної та гарячої води — 430 тис. шт.;
- квартирних лічильників холодної та гарячої води — 6,5 млн. шт.;
- теплотічильників – 190 тис. шт.

У зв'язку з набуттям чинності технічними регламентами з підтвердження відповідності лічильників холодної та гарячої води, а також з очікуваним впровадженням стандартів, гармонізованих з європейськими нормами EN 1434:1997

на теплолічильники, актуальним стає питання розробки нових та модернізація діючих еталонів для повірки приладів обліку. Згідно з цими нормативними документами приймальні випробування лічильників гарячої води та перетворювачів витрати, що входять до складу теплолічильників повинні проводитись на проливних установках з температурою води 85 °С, а повірка — за температури води 50 °С. При цьому границі допустимої похибки проливних установок при вимірюванні об'єму не повинні перевищувати $\pm 0,3 \%$.

На сьогодні повірка проводиться переважно на холодній воді і границі допустимої похибки проливних установок при вимірюванні об'єму не перевищують в діапазоні витрат від мінімальної до перехідної $\pm 1,25 \%$, а в діапазоні від перехідної до максимальної — $\pm 0,5 \%$. Еталонна база має бути приведена у відповідність до вимог нормативних документів протягом шести років.

В установці PREMATEST PT100 реалізовано два методи повірки витратомірів та лічильників води: масовий та безпосереднього звірення з еталонними витратомірами-лічильниками. Всі етапи роботи на установці PREMATEST PT100 повністю автоматизовані. За результатами державної метрологічної атестації границі допустимої відносної похибки установки при вимірюванні об'єму та маси холодної та гарячої води, що протікає по трубопроводу номінальних діаметрів від DN 15 до DN 100 становлять $\pm 0,027 \%$ в діапазоні об'ємної витрати води від 0,02 до 200 м³/год за температури води 15 до 85 °С.

Ключові слова: технічні регламенти, еталонна база, єдність вимірювань, державний первинний еталон одиниць об'ємної та масової витрати, об'єму та маси гарячої води, що протікає по трубопроводу.

УДК 681.121

ЛІЧИЛЬНИК ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ РАДІОКАНАЛУ ПОБУДОВАНОГО НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРА MSP430 ТА РАДІОТРАНСИВЕРУ CC2420

*Івасенко І.М., Мережаний П.Г., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

На сьогодні проблема дистанційного з'ясування інформації стає все більш актуальною у світлі сучасних тенденцій розвитку галузі обліку витрат енергоносіїв. Тому створення такого приладу стає вкрай необхідним.

Поставлена мета досягається тим, що до складу лічильника вносяться удосконалення у вигляді мікроконтролера MSP430 з радіотрансивером CC2420. МК MSP430 має наднизький рівень енергоспоживання, високу продуктивність, 16-ти розрядну архітектуру, вбудований перемножувач, великий обсяг флеш-пам'яті, величезний набір периферії, що включає в себе потужні АЦП, ЦАП, контролери, операційні підсилювачі, модулі контролю живлення й багато чого іншого. Радіотрансивер CC2420 - недорогий приймач-передавач, спеціально

створений для малопотужних низьковольтних радіочастотних додатків в ISM смузі частот (2.4 МГц), які не потребують ліцензування. Це перший у світі приймач-передавач, що відповідає стандарту IEEE 802.15.4 і перша радіочастотна інтегральна схема, що має сертифікат 2.4 GHz ZigBee.

Принцип роботи лічильника полягає в обробці даних, тобто знятті показань з лічильника, підготовку та передачу даних в кодованому вигляді по радіоканалу. Власне радіотрансивер CC2420 виконує функцію ініціатора початку та закінчення процесу передачі даних, він весь час знаходиться в режимі “моніторингу” (режим коли більшість периферії відключено, що дозволяє значно знизити енергоспоживання) радіо ефіру. Коли надходить команда, що потрібно зняти дані, то прийомо-передавач виводить команду на мікроконтролер, якій в свою чергу вмикає свої периферійні пристрої. Робота мікроконтролера починається з переведення кількості імпульсів, що надійшли з лічильника, до цифрового виду, потім використовуючи команди керування радіотрансивером, записує готовий цифровий код до нього, і чекає на команду від радіотрансивера, котрий повинен повідомити, про результат. Конструктивно, модуль з MSP430 та CC2420 може бути стаціонарно розміщений усередині електrolічильника.

Запропонований принцип побудови має безліч переваг, на відміну від існуючих приладів: дистанційний зьом даних, можливість об'єднання у мережу, наднизьке енергоспоживання.

Ключові слова: системи обліку витрат енергоносіїв, лічильник, мікроконтролер, msp430, радіотрансивер, cc2420, texas instruments.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ШВИДКОЗМІННОГО У ЧАСІ ПОТОКУ РІДИН

*Коробко І.В., Науково-дослідний центр «Прилади і системи енергозбереження» національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Значення витратомірів і лічильників кількості (маси і об'єму) рідин, у сучасному індустріальному суспільстві виключно велике. Їх роль зросла у зв'язку із необхідністю максимальної економії енергетичних і водних ресурсів країни, які все більше і більше дорожчають та зменшуються їхні запаси.

При проектуванні вимірювальних перетворювачів і лічильників витрат рідини (ВПВР) важливе місце займають питання розробки систем оптимального проектування і оптимізації їх конструкцій.

Сьогодні важливе місце займають проблеми вимірювання витрат швидкозмінних потоків. При розв'язанні цієї задачі необхідно мати математичну модель відповідного за характеристиками потоку.

Математичну модель швидкозмінного потоку рідини у кінцевому вигляді можна навести розподілом швидкості рідини у кожній точці поперечного перерізу трубопроводу, по якому вона протікає

$$U(x, y, z, t) = f(\mu, \nu, G, R, x, y, z, t),$$

де μ - коефіцієнт динамічної в'язкості рідини;

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості рідини;

G – градієнт тиску, прикладеного до потоку рідини;

R – радіус трубопроводу;

x, y, z – координати точки визначення величини швидкості потоку;

t – плинний час протікання рідини.

Вираз для просторового розподілу швидкості рідини у поперечному перерізі вимірювального каналу за довільного характеру течії можна представити такою залежністю

$$u(y, z, t) = \frac{G(t)}{4\mu}(R^2 - y^2 - z^2) - \frac{2G(t)R^2}{\mu} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{J_0\left(\frac{\lambda_n}{R} \sqrt{y^2 + z^2}\right)}{\lambda_n^3 J_1(\lambda_n)} e^{-\lambda_n^2 \frac{\nu t}{R^2}},$$

де J_0 - функція Бесселя першого роду нульового порядку;

λ_n - один із позитивних коренів рівняння $J_0(\lambda) = 0$;

$J_1(\lambda_n)$ - функція Бесселя першого роду першого порядку.

Ключові слова: витрата, витратоміри, лічильники, математичні моделі.

УДК 681.121

ПРОФІЛЮВАННЯ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТАХОМЕТРИЧНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВИТРАТ РІДИН

Коробко І.В., Жакупова Ж. Ж. Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.

Широкого застосування для вимірювання витрат паливно-енергетичних ресурсів набули тахометричні лічильники та витратоміри. Чутливими елементами (ЧЕ) таких вимірювальних перетворювачів витрат (ВПВ) є крильчатки або турбінки. Метрологічні та експлуатаційні характеристики турбінних ВПВ в значній мірі залежать від конструктивних та геометричних параметрів ЧЕ.

Актуальною є задача визначення оптимального профілю лопатей турбінки за високих метрологічних характеристик ВПВ в цілому.

Профіль турбінки повинен забезпечувати високу чутливість ВПВ, мінімальні гідравлічні втрати потоку.

Розглянемо спосіб аналітичного подання обводів спинки та угнутої частини профілю турбінки.

Вихідними даними для побудови є осьова ширина решітки B , кут установки профілю β_y , кути входу β_1 і виходу β_2 потоку із решітки, радіуси закруглення вхідної r_1 та вихідної r_2 кромки профілю, кути їх загострення γ_1 та γ_2 відповідно, величина горла між лопаткового каналу a та кут відгину вихідної кромки δ .

Вхідна та вихідна кромки профілю описуємо дугами кіл радіусів r_1 та r_2 . Угнуту частину представляємо дугою кола, рівняння якого визначаємо за таких умов:

- розглядаємо криву, яка проходить через першу точку з відомим в ній кутом нахилу;
- визначаємо координати центра кола, що описує вихідну частину спинки профілю та його радіус.

Для профілювання частини обводу спинки застосовуємо поліноми третього степеню. Криві, що подаються подібними поліномами, мають достатню кількість ступенів свободи, вони легко визначаються розв'язанням системи із чотирьох рівнянь, що формується для знаходження чотирьох невідомих коефіцієнтів.

Подібний поліном будуємо і при математичному поданні обводу угнутої частини профілю. Його коефіцієнти визначаємо із застосуванням координат і кутів нахилу дотичних у точках.

Ключові слова: рідина, витрата, лічильник, турбінка.

УДК 681.121

ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗУ ШВИДКІСНИХ ВИТРАТОМІРІВ ГАЗУ

*Коробко І.В., Юрченко О.В. Науково-дослідний центр „Прилади і системи енергозбереження” національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

При проектуванні вимірювальних перетворювачів і лічильників витрати рідини (ВПВР) важливе місце займають питання розробки систем оптимального проектування і оптимізації їх конструкцій.

Прогрес у дослідженнях процесів вимірювання витрат широкого класу середовищ із різноманітними параметрами, як самих потоків так і вимірювальних приладів, на сьогоднішній день в першу чергу визначається прогресом інформаційних технологій і розробкою нових чисельних методів розрахунків

З розвитком комп'ютерних технологій і, зокрема, їх використання в теорії дослідження взаємодії потоків рідин та газів із тілами обтікання, які знаходяться в русі, з'явилась можливість моделювати процеси взаємодії середовища із чутливими елементами (ЧЄ) вимірювальних перетворювачів витрат (ВПВ). До таких технологій відносяться комп'ютерні CFD (Computational Fluid Dynamics) технології. Такі технології базуються на побудові тривимірної сіткової моделі ВПВ, опису взаємодії його ЧЄ із вимірювальними середовищем.

Використовуючи такі моделі і технології проведені дослідження портативних витратомірів і лічильників газу. Для моделювання процесу взаємодії ЧЄ ВПВ із вимірювальним середовищем використовувався пакет FLUENT. При дослідженнях аналізувався вплив різноманітних факторів на метрологічні характеристики ВПВ газу. Серед таких факторів варто зазначити конструктивні параметри ВПВ, фізичні властивості вимірювального середовища, вплив на роботу ВПВ зовнішнього середовища.

Проведені дослідження дали можливість отримати портативні ВПВ газу ВПВ із оптимальними конструктивними параметрами та високими і стабільними метрологічними та експлуатаційними характеристиками.

Ключові слова: витрата, газ, швидкісні витратоміри, моделювання.

УДК 621.121

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРВИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ

Кузьменко П.К., Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.

При русі провідника у магнітному полі мають місце такі явища:

- індуються електричні струми;
- з’являється індуковане магнітне поле, пов’язане з цими струмами, що обурює початкове магнітне поле;
- внаслідок взаємодії струмів і поля з’являється електромагнітна сила, яка зумовлює початковий рух провідника.

ЕРС виникає незалежно від причини зміни магнітного потоку – як від зміни самого поля, так і від руху провідника.

Теорія магнітної гідродинаміки базується на розгляді рівнянь Джеймса Максвелла, закону Ома та рівнянь гідродинаміки.

Система рівнянь Д. Максвелла описує електромагнітне поле і має вигляд:

$$\begin{cases} \operatorname{rot} \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}; \\ \operatorname{rot} \bar{B} = \mu \cdot \bar{j}; \\ \operatorname{div} \bar{B} = 0. \end{cases}$$

Закон Ома для електропровідного середовища, що рухається, представляється виразом:

$$\bar{j} = \sigma \cdot (\bar{E} + [\bar{V} \times \bar{B}]).$$

Система рівнянь гідродинаміки, представляється рівняннями неперервності і Нав’є-Стокса:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \bar{V}) = 0; \\ \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \cdot \nabla p + \nu \nabla^2 \bar{V}. \end{cases}$$

При русі рідини в трубопроводі різноманітні елементи потоку під дією сил тертя рухаються з різними швидкостями. Швидкість рідини максимальна біля вісі трубопроводу і зменшується до нуля поблизу його стінок. Градієнт швидкості в радіальному напрямі призводить до появи циркуляційних струмів, які викликають падіння напруги між електродами.

Теорія вимірювання витрат рідин з іонною провідністю побудована на досить чисельних обмеженнях усіх приведених фізичних законів. Також не враховуються особливості експлуатаційних умов.

Ключові слова: вимірювання витрат, математична модель, електромагнітний метод.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ШВИДКІСНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВИТРАТ РІДИН

Жакупова Ж. Ж. Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.

Сучасний стан швидкісних лічильників та витратомірів характеризується, як створенням нових лічильників, так і вдосконаленням існуючих. Основною ціллю досліджень є підвищення точності. Чутливими елементами (ЧЕ) таких вимірювальних перетворювачів витрат (ВПВ) є турбінки.

Рівняння руху турбінки в загальному виді записується в такому вигляді:

$$I \frac{\partial \omega}{\partial t} = M_1 - (M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6),$$

де I — момент інерції турбінки;

$\frac{\partial \omega}{\partial t}$ — кутове прискорення;

M_1 — рушійний момент турбінки;

M_2 — момент сил в'язкого тертя рідини по поверхні турбінки;

M_3 — момент сил тертя в радіальних підшипниках;

M_4 — момент сил тертя в опорному підшипнику;

M_5 — момент реакції електромагнітної системи;

M_6 — момент сил опору, зв'язаних з формою профілю лопаті турбінки.

В загальному виді момент сил опору записується в такому вигляді:

$$M_6 = M_3 + M_p + M_e$$

де M_3 — момент опору лопаті турбінки, який виникає в радіальному зазорі;

M_p – момент сил в’язкого тертя рідини о поверхню лопаті в між лопатних каналах турбінки;

M_e – втрати тиску внаслідок опору решітки профілів;

$$M_z = \frac{4\pi\mu s \delta z r_z R^2}{\Delta \sin \beta_n V_0 (R + r_z)} Q,$$

$$M_p = c_f \rho k_p' Q^2,$$

$$\text{де } k_p' = \frac{z l_{cep} r_{cep} (r_z - r_{вн}) \cos \beta_n}{\sin^2 \beta_n F^2},$$

$$F_{mp} = \frac{s(r_z - r_{вн})}{\sin \beta_{cep}} + s(2\pi r_{вн} - \frac{\delta z}{\sin \beta_{вн}}) + \frac{s \delta z}{\sin \beta_n},$$

В доповіді наведені результати аналізу складових елементів розробленої математичної моделі.

Ключові слова: рідина, витрата, лічильник, турбінка, математична модель.

УДК 621.121

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ. ТЕОРІЯ І ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ.

Журбенко Л.П., Юрченко О.В., Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Використання опису моделі, як математичної моделі дає можливість математично дослідити вплив кожного параметра моделі на її дієздатність.

Швидкість обертання аксіальної крильчатки, яка пропорційна числу n її обертів в одиницю часу, в загальному випадку записується рівнянням

$$n = \varphi(Q, \nu, \rho, M_c, D, d, T, z, l, M_n, D_c, D_B, H, z', l_n).$$

Використання π - теореми теорії подібності дає можливість зробити висновок, що відношення швидкості обертання крильчатки до витрати буде залежати

від $Re = \frac{Q}{\nu D}$ і потім від критерія $\frac{M_c \cdot D}{\rho \cdot Q^2}$, який виражає вплив моменту опору:

$$\frac{n \cdot D^3}{Q} = f\left(\frac{Q}{\nu \cdot D}; \frac{M_c \cdot D}{\rho \cdot Q^2}; \frac{d}{D}; \frac{T}{D}; \frac{l}{D}; z; \frac{M_n \cdot D_B}{\rho \cdot Q^2}; \frac{D_c}{D_B}; \frac{H}{D_B}; \frac{l_n}{D_B}\right)$$

Також враховується момент реакції перетворювача, момент сил опору повітря, що виникають від тертя повітря об лопасті вихреутворювача.

Результатом кінцевої математичної моделі буде вираз виду

$$M_p = M_T + M_e + M_n$$

або

$$a_1 Q^2 - a_2 \omega Q = a_3 + a_4 \omega + a_5 + a_6 Q^2.$$

Використання пакета програм Gambit і Fluent дає можливість віртуально побачити майбутню модель у дії.

Результат можливо побачити як на графіках так і на просторовій моделі, де напрями потоку, швидкостей і дія тисків зображені різними кольорами в залежності від силової дії.

Ключові слова: витрата, кут звуження ступиці, кут лопасті вихреутворювача, число лопастів вихреутворювача і крильчатки.

УДК 621.317.1

ОБЛІК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ. ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИФАЗНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ НАПРУГИ

Анохін Ю.Л., Вендичанський Р.В., Укрметртестстандарт, м. Київ, Україна

Однім зі шляхів підвищення достовірності обліку електричної енергії є застосування індивідуальних метрологічних характеристик (далі за текстом – ІМХ) вимірювальних трансформаторів, тобто похибок струму, напруги, кутових похибок при дійсному значенні потужності вторинного навантаження на місці експлуатації. Для трансформаторів струму та однофазних трансформаторів напруги ІМХ розраховуються згідно з МДУ 001/08 – 2000 „Трансформатори струму. Програма та методика державної метрологічної атестації” та МДУ 002/08 – 2000 „Трансформатори напруги. Програма та методика державної метрологічної атестації”. Для трифазних трансформаторів напруги пропонується застосовувати експериментальне визначення ІМХ.

Існуючі на цей час методи повірки трифазних трансформаторів напруги, наведені в ГОСТ 8.216-88 „ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки”, не забезпечують визначення ІМХ трансформаторів напруги на місці експлуатації через те, що в існуючих електроустановках одна з фаз (найчастіше фаза В) вторинних кіл трансформаторів напруги заземлена. Це унеможливорює використання існуючих приладів порівняння – пристроїв повірки вимірювальних трансформаторів К535, апаратів К507, компараторів СА507.

Для розв’язання цієї проблеми, фахівцями Укрметртестстандарту було опрацьовано метод звіряння трифазного трансформатора напруги зі зразковим однофазним незаземлюваним трансформатором та створено спеціалізований розділювальний трансформатор напруги. Границі похибки напруги та кутової похибки розділювального трансформатора становлять $\pm 0,05\%$ та $\pm 1'$ відповідно. Це ж обладнання може застосовуватись і для експериментального визначення ІМХ однофазних трансформаторів напруги.

Таким чином, забезпечена можливість експериментального визначення ІМХ трансформаторів напруги.

Ключові слова: трифазні трансформатори напруги, індивідуальні метрологічні характеристики.

УДК 532.527

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Лозбин Д. В., Смоляр Г. А. КП “ЦКБ “Арсенал”, г. Киев, Украина

Работа выполнена специалистами КП “ЦКБ “Арсенал” (г. Киев) в 2000-2006 годах по инициативе предприятий газовой отрасли.

Цель работы: повышение надежности эксплуатации серийно производимого оборудования газораспределительных станций (ГРС).

Рассмотрены проблемы: предотвращение обмерзания элементов затвора регуляторов давления при дросселировании газа и обеспечение автономным электропитанием штатного оборудования ГРС.

Представлен анализ источников энергии традиционно используемых на ГРС для решения данных задач, в том числе тепла сгорания и потенциальной энергии сжатого газа.

Предложен ряд источников тепла, реализующих эффект Ранка, - вихревых труб.

Показано, что, предавая тепловой поток от горячего потока газа из вихревой трубы к холодному через специальные устройства, удастся решить часть тепловых и энергетических проблем ГРС с допустимым переохлаждением газа на выходе ГРС.

Приведен положительный опыт создания термоэлектрических генераторов с вихревой трубой в качестве источника тепла для питания компьютеризированных комплексов учета газа и регуляторов давления с вихревым обогревом исполнительных элементов.

Ключевые слова: Газораспределительная станция, вихревая труба, преобразование энергии, регулятор давления, термоэлектрический генератор.

УДК 681.121.8

ДВОТАРИФНИЙ ЛІЧИЛЬНИК ВОДИ

Чорненький С.П., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

В статті розглянута проблема водопостачання в Україні, а саме постачання гарячої води, згідно з нормами. Споживач гарячої води повинен справно сплачувати за споживану воду, але остання не завжди має всі характеристики гарячої води. Зниження температури води нижче за 40°C автоматично прирівнює її до холодної, але споживач сплачує за неї, тільки як за гарячу воду.

Розглянуті різноманітні шляхи вирішення цієї проблеми. За своєю простою та відносною дешевизною найраціональніше встановлювати в квартирах

(будинках) двотарифні лічильники води. Конструкцій існує декілька, та всі вони відрізняються за принципом обліку, але майже всі побудовані на основі роботи термобіметалу.

Проблема конструювання такого лічильника – необхідність повної незалежності від джерел енергії, тобто повна механізація.

В статті розглянуті вже існуючі конструкції таких лічильників та представлені власні розробки у цій сфері.

Ключові слова: лічильник води, біметал, двотарифний лічильник

УДК 681.121.8, 681.123

ВИМІРЮВАЛЬНІ СХЕМИ ВИТРАТОМІРІВ СИПКИХ РЕЧОВИН, ПОБУДОВАНИХ НА ПРИНЦИПІ КОРІОЛІСА

*Корнєва Ю.О., Нікітін О.К., Зайцев В.М., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Основним конструктивним елементом витратомірів побудованих на принципі Коріоліса є диск з радіальними перегородками, при взаємодії якого з потоком сипкого матеріалу виникає момент сили інерції Коріоліса. Диск приводиться у рух електродвигуном, тому момент сили Коріоліса є моментом навантаження на валу двигуна. Для визначення цього моменту застосовується вимірювання величин похідних від моменту Коріоліса, а саме:

- моменту навантаження на передаточних елементах;
- кутового зсуву ротора;
- кута повороту вільно обпертого статора двигуна;
- реакцій опор статора двигуна;
- електричної потужності, що споживається двигуном.

У випадку, коли осі обертання ротора двигуна та диску співпадають, передача обертового моменту від двигуна до диску здійснюється тільки за допомогою муфти. При застосуванні муфт, що мають у своїй конструкції пружні елементи та первинні перетворювачі, можна реалізовувати безпосереднє вимірювання моменту навантаження на валу двигуна, що обертається.

Конструкції витратомірів з вимірюванням кутового зсуву ротора подібні за конструкцією до витратомірів, що реалізують вимірювання моменту навантаження на передаточних елементах. Наявність великої кількості підшипників та різного роду передач між двигуном та вимірювальним диском у витратомірах з вимірюванням кутового зсуву ротора як і в витратомірах вищезгаданого типу значно викривляють момент сили Коріоліса.

Позбавлені вищезгаданих недоліків витратоміри, в яких момент сили інерції Коріоліса визначається за допомогою вимірювання кута повороту вільно обпертого статора двигуна. Статор електродвигуна має лише один ступінь волі, що допускає його поворот на пружинах навколо вертикальної осі, яка співпадає з віссю обертання крильчатки.

Найбільш сучасним та розповсюдженим типом витратомірів Коріоліса є витратоміри, які реалізують вимірювання реакцій опір статора електричного двигуна. Закріплення статора реалізовано аналогічно попередньому типу, але кутове переміщення статора надзвичайно мале і обмежується вимірювальними перетворювачами сили, що виконують роль опор.

Ключові слова: витратомір, сипкі речовини, сила Коріоліса.

УДК 621.121

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

*Кузьменко П.К., Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна.*

Енергетичний аудит є необхідним етапом та складовою частиною комплексу заходів, що направлені на підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) в навчальних закладах України.

Наявні системи енергозабезпечення будівель та приміщень закладів освіти побудовані на базі типових рішень і характеризуються низькою ефективністю та перевитратами споживання енергоресурсів у порівнянні із проектними показниками.

Нераціональне використання енергоресурсів в навчальних приміщеннях закладів освіти зумовлене не тільки недосконалими проектами будівель закладів освіти і неефективним обладнанням, а також неекономним споживанням ПЕР.

На переважній більшості об'єктах, що досліджувалися, іде „хаотичне” використання енергоресурсів. Практично всюди відсутній ефективний контроль за використанням енергоносіїв. Комерційний облік холодної води здійснюється морально та фізично застарілими приладами, в більшості випадків із-за відсутності матеріально-технічної бази для проведення необхідного ремонту та модернізації встановлених приладів обліку. Також на деяких об'єктах водоспоживання, в наслідок виходу з ладу лічильників, розрахунків за використання води здійснюється виходячи із середньостатистичних даних минулих років. Все це призводить до нераціонального використання енергоносіїв, а за ними і до перевитрат коштів за їх споживання.

При обстеженні необхідно розв'язувати наступні задачі:

- виявлення реального енергоспоживання;
- одержання балансів, річних і добових графіків енергоспоживання;
- визначення питомих норм енергоспоживання;
- аналіз порівняння розрахункових і нормативних значень енергоспоживання;
- вироблення заходів щодо зниження енергоспоживання;

- формування пропозицій по поліпшенню методів розрахунків оплати за енергоспоживання.

Ключові слова: енергоаудит, нераціональне використання енергоресурсів, бюджетна сфера.

УДК 621.121

ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМУ І ШВИДКОСТІ ПОТОКУ ПОВІТРЯ ПРИ ДИХАННІ

Журбенко Л.П. Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Діагностика органів дихання людини являє собою спірометричний метод вимірювання об'єму і швидкості потоку повітря при диханні. На даний час випускають ці прилади, як іноземні виробники так і виробники Росії.

Спірографічний метод дослідження дозволяє отримати інформацію про зміну об'єму легень в часі, тобто про об'ємну швидкість дихання. В залежності від режиму, в якому проводиться спірографія, можливо отримати характеристику або процес вентиляції.

За допомогою спірографії досліджують механіку дихання, оцінюють її порушення і резерви дихальної функції.

При вдиханні і видиханні пацієнтом через трубку, потік повітря проходить шлях вихреутворювачем, що створює утворенню вихрів, які спричиняють обертання турбінки. В результаті сигнал знімається перетворювачем в залежності від швидкості обертання турбінки і передається на ПК.

Ключові слова: спірограф, діагностика, функції дихання, об'єм легень.

УДК 681.121

ПРОБЛЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Кузьменко П.К., Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.

Труднощі і проблеми, що з'явилися протягом останніх років в Україні, при розрахунках за енергоносії, теплову і електричну енергію пов'язані з такими чинниками:

- незадовільний стан тепломереж;
- обмежені власні запаси вуглеводневих палив;
- великі податки і накладні витрати;
- недовантаження потужностей;
- криза неплатежів, тощо.

Цілком зрозуміле підвищення тарифів за комунальні послуги з точки зору витрат суб'єктів господарювання для їх ефективного функціонування і розвитку в подальшому. Але не зрозуміло цілковита відсутність якості надання цих послуг.

Наявні системи теплопостачання будівель та приміщень побудовані на базі типових рішень і характеризуються низькою ефективністю та перевитратами споживання енергоресурсів у порівнянні із проектними показниками. Вибір технічних рішень, що забезпечують збільшення ефективності споживання базується на результатах проведення енергетичних обстежень таких споруд.

Вихід знаходять споживачі. Найпоширеніший спосіб – встановлення індивідуальних квартирних теплових генераторів. Але існує і декілька незаконних способів:

- стискання трубопроводу на виході із помешкання;
- переварювання входу-виходу радіатора;
- перекриття теплотраси між будинками, тощо.

Таким чином, в одному випадку різниця температурою в квартирах на першому і останньому поверхах п'ятиповерхової будівлі може досягти 8 °С. А в випадку перекриття теплотраси температура в типових помешканнях різних житлових споруд відрізняється до 15 °С.

Енергетичний аудит є основою для регулювання взаємовідносин між споживачами та постачальниками енергії, тому процедури, засоби та методи енергетичного аудиту мають проходити крізь науково-технічне обґрунтування.

Ключові слова: теплопостачання, енергетичний аудит.

УДК 681.121

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ РІДИН

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

Завжди актуальним залишається питання покращення метрологічних характеристик приладів вимірювання витрат та кількості рідин (ПВВКР). Одним з шляхів вирішення цього питання є оптимізація конструктивних параметрів ПВВКР ще на етапі проектування.

Для проведення оптимізації необхідно: визначити критерії оптимізації; визначити цільову функцію, що відображає роботу ПВВКР; визначити найбільш впливові проектні параметри цієї цільової функції; визначити обмеження, в яких можуть змінюватись проектні параметри; вибрати метод оптимізації.

Обов'язковою передумовою проведення оптимізації конструктивних параметрів ПВВКР є: побудова математичної моделі роботи ПВВКР; перевірка адекватності фізичної та математичної моделей; розробка програмного забезпечення для реалізації та дослідження математичної моделі ПВВКР; отримання

аналітичних залежностей для визначення метрологічних характеристик ПБВКР; виявлення конструктивних параметрів ПБВКР, що впливають на їх метрологічні характеристики; дослідження впливу цих конструктивних параметрів ПБВКР на їх метрологічні характеристики; визначення граничних значень конструктивних параметрів ПБВКР.

Основними конструктивними параметрами турбінних ППВ є: кількість лопатей z ; товщина профілю лопаті h ; втулочне відношення, що визначається співвідношенням радіусу втулки до зовнішнього радіусу турбіни r_{BT}/r_H ; кут встановлення лопаті на середньому радіусі β ; осьова довжина турбіни s ; радіальний зазор $r_K - r_H$.

Дослідження впливу конструктивних параметрів турбінних ППВ на похибку вимірювань відповідних приладів дозволяє зробити такі висновки: всі вказані конструктивні параметри суттєво впливають на похибку вимірювань; зменшення товщини профілю лопаті та радіального зазору зменшує похибку вимірювань, чого неможна однозначно стверджувати про зміну кількості лопатей, кута встановлення лопатей на середньому радіусі, осьову довжину турбіни та втулочне відношення; на похибку вимірювань турбінних ППВ впливають не тільки окремо взяті параметри, але і їх комбінація.

Ключові слова: витрата, первинний перетворювач витрат, прилади вимірювання витрат та кількості рідин, турбінний перетворювач витрат, оптимізація.

УДК 681.121

ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗ ДЕМОНТАЖНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВОДИ

Середюк О.Є., Яворська Х.М. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ, Україна

У зв'язку із ростом вартості енергоресурсів в останні роки різко збільшилась кількість встановлюваних побутових лічильників гарячої та холодної води. Регламентований для них міжповірочний інтервал (як правило — три роки) дозволяє прогнозувати різке збільшення кількості лічильників, які підлягають повірці. Для цього їх необхідно демонтувати, доставити до місця повірки, а на час її проведення забезпечити споживачу тимчасове функціонування його внутрішньоквартирної системи водопостачання. Тому актуальним є застосування пересувних установок, які дозволяють контролювати метрологічні характеристики лічильників без демонтажу вузла обліку, чим суттєво можна знизити затрати на проведення повірки із одночасним заощадженням часу при виконанні цієї операції.

Метою досліджень є розробка мобільної установки для проведення діагностування і повірки побутових лічильників води без їх демонтажу безпосередньо в умовах експлуатації. При розробці пристрою проведений аналіз існуючих ме-

тодів і засобів метрологічного забезпечення побутових лічильників води. Аналіз інформаційних матеріалів показав, що в Україні установки такого типу не застосовуються і не виготовляються.

На базі проведеного аналізу принципово можливих методів, які можуть бути покладені в основу створення установки, вибрано використання еталонного електромагнітного витратоміра із змінним магнітним полем. Його перевагами є відсутність рухомих складних за конструкцією механічних елементів, можливість використання для вимірювання витрат холодної і гарячої води, можливість його функціонування як витратоміра і лічильника, відсутність витрат тиску при роботі первинного перетворювача, простота розрахунку, а також використання для труб малого діаметру при застосуванні його в статичному і динамічному режимах вимірювання контрольних об'ємів рідини.

Розроблена функціональна схема установки, яка передбачає використання таких складових: еталонного засобу вимірювання, мікропроцесорного блоку, оптозчитувачів, акумулятора, підвідного і відвідного шлангів із комплектом приєднувачів до водопровідної мережі, блоку живлення. Здійснений розрахунок електромагнітного первинного перетворювача і обґрунтована можливість його застосування на витратах від 0,03 до 2,0 м³/год для лічильників з умовним діаметром 15 і 20 мм. Розроблена методика процесу діагностування.

Ключові слова: діагностування, повірка, еталон, електромагнітний витратомір, лічильник води.

УДК 543.27.08

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КЮВЕТ ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ ДЛЯ ОБЛІКУ ЕНЕРГОВМІСТУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Ващишак С.П., Романів В.М. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

У наш час, коли енергоносії постійно дорожчають, актуальною проблемою є створення швидкодіючих засобів вимірювань для обліку енерговмісту природного газу. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є створення інфрачервоних газоаналізаторів, що дали б можливість вимірювати компоненти, відсоток яких у потоці природного газу є досить значним. Вміст інших компонент та енерговміст газового потоку, при цьому, можна розрахувати аналітично. У таких газоаналізаторах застосовано триканальну вимірювальну схему, суть якої полягає у пропусканні інфрачервоного випромінювання (ІЧВ) від одного джерела одночасно через три співвісно розміщені кювети (кювету з сумішшю, що аналізується, кювету з максимальною концентрацією певного компонента та кювету з мінімальною його концентрацією) і порівнянні ступеня поглинання ІЧВ після проходження кожної з кювет. Такий підхід дає змогу звужити діапазон вимірювань і зменшити похибку від впливу дестабілізуючих факторів.

Оскільки газ тим краще поглинає енергію ІЧВ, чим більша його кількість попала під дію оптичного променя, то розрахунок кювети починається з аналізу ходу променя в її середині. Для отримання найбільшої довжини ходу оптичного променя всередині кювети вона виконується багатоходовою. У таких кюветах джерело та приймач ІЧВ розміщуються близько одне до одного. Верхня і нижня внутрішні поверхні кювет мають високий коефіцієнт відбивання оптичної хвилі, а бічні поверхні виконуються з високим коефіцієнтом поглинання ІЧВ. Повна довжина ходу оптичного променя від джерела ІЧВ до його приймача всередині кювети у формі паралелепіпеда знаходиться з виразу:

$$L_e = \frac{H}{\cos \alpha}, \quad (1)$$

де α - кут вводу променя у кювету, H – внутрішня висота кювети.

З (1) видно, що чим кут α буде меншим, тим більше відбивань оптичного променя відбудеться всередині кювети і тим більше енергії ІЧВ поглине певний компонент газового потоку.

Нами проаналізовано процеси, що протікають у кюветах різних форм та доведено, що найоптимальнішою, з кута зору розміру і довжини ходу оптичного променя є кювета у формі тору з внутрішнім компенсатором тиску. Спроекований на основі розроблених кювет інфрачервоний газоаналізатор матиме високу швидкість вимірювань і низьку вартість.

Ключові слова: газоаналізатор, кювета, компонент, оптичний промінь.

УДК 681.121

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ГАЗОВОЇ МЕРЕЖІ НА ТОЧНІСТЬ ОБЛІКУ ПОБУТОВИМИ ЛІЧИЛЬНИКАМИ ГАЗУ

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

На сьогодні питання раціонального використання природного газу є достатньо актуальним, оскільки в побуті та практично у всіх сферах промисловості використовують газоспоживні технології. Одним із можливих напрямків вирішення цієї проблеми є підвищення точності обліку природного газу, що неможливо без дослідження метрологічних характеристик побутових лічильників газу (ПЛГ) під час експлуатації. При цьому оптимальним є проведення дослідження ПЛГ без демонтажу, безпосередньо на місці експлуатації, з використанням в якості робочого середовища природного газу.

Одним із технічних рішень цього питання може слугувати спосіб визначення метрологічних характеристик ПЛГ, який передбачає застосування еталонного засобу опосередкованого вимірювання витрати природного газу [Деклараційний пат. на корисну модель 16522 U Україна, МПК (2006) G01F25/00. Спосіб діагностування та перевірки побутових лічильників газу/ О.Є.Середюк, С.А.Чеховський, А.Г.Винничук та ін. – Опубл. 15.08.06.

Бюл.№8]. Його застосування передбачає коригування показів еталонного засобу з врахуванням тиску і температури природного газу до умов роботи ПЛГ. Для реалізації цього підходу необхідно дослідити зміну тиску і температури природного газу при його протіканні газовою мережею від ПЛГ до еталонного засобу вимірювання.

Метою роботи є моделювання впливу параметрів газової мережі на точність обліку природного газу ПЛГ.

Проведений аналіз показав, що в побутовій сфері використовують газові труби з умовним діаметром 15-20мм, лічильники на витрати до 10 м³/год при надлишкових тисках до 2,5кПа. Розраховане значення числа Рейнольдса для таких потоків не перевищує 2300, що свідчить про ламінарний характер потоку.

При моделюванні зміни тиску і температури природного газу в газовій мережі досліджувався вплив таких параметрів: довжина, діаметр, шорсткість внутрішньої поверхні, місцеві опори (коліна, перехідники), оскільки відомі алгоритми розрахунку коефіцієнтів втрат тиску і зміни температури вздовж трубопроводу не забезпечують необхідної точності і підлягають уточненню за результатами експериментальних досліджень.

Ключові слова побутовий лічильник газу, тиск, температура, моделювання, природний газ.

УДК 681.121

ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТУ ЗАКРУЧЕННЯ ГАЗОВОГО ПОТОКУ У ВИПРОБУВАЛЬНИХ УСТАНОВКАХ ОПОСЕРЕДКОВАНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ

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

До установок опосередкованого методу вимірювання витрати відносяться установки РVT-типу, на базі яких можна створювати випробувальні і еталонні установки для лічильників і витратомірів газу. Зважаючи на метрологічне призначення цих установок і створення в Україні перших дослідно-експериментальних зразків актуальним є їх конструктивне вдосконалення з метою покращення метрологічних характеристик.

Одним із шляхів вирішення поставлених завдань є усунення градієнта температури всередині ємності високого тиску при підготовчому (під час наповнення) і випробувальному (під час витікання газу з ємності) циклах.

Метою роботи є розробка конструктивного вдосконалення випробувальних установок опосередкованого методу вимірювання витрати для зменшення градієнта температури всередині ємності.

Для практичної реалізації даного вдосконалення доцільно застосувати ефект закручення газового потоку на вході ємності високого тиску, чим досягається перемішування робочого середовища в ній.

Проведений аналіз методів і пристроїв, за допомогою яких можна досягти ефекту закручення потоку. Встановлено, що в закручених потоках має місце велика різноманітність режимів течії і ефектів, які описуються достатньо складними і неоднозначними у заданні граничних умов і отриманих результатах математичними моделями. Це пояснюється впливом закручення на поле потоку, на розширення струмینی на виході пристрою закручення, а також безпосередньо на процеси перемішування. Ці характеристики перш за все залежать від інтенсивності закручення потоку, яка визначається функцією циркуляції швидкості на виході із пристрою закручення.

Проаналізовані основні відомі методи досягнення закручення потоку і вибрані найбільш доцільні для практичної реалізації в установках РVT-типу:

- використання нерухомих направляючих лопаток, поздовжні вісі яких розміщені перпендикулярно до вісі циліндричного каналу, чим досягається аксіальне закручення потоку;
- застосування тангенціального підведення робочого середовища до внутрішньої поверхні циліндричного перерізу ємності високого тиску.

Результати досліджень захищені заявкою на отримання деклараційного патенту на корисну модель.

Ключові слова: закручення потоку, градієнт температури, ємність.

УДК 681.325

ОЦІНКА ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ ШИРОКОСМУГОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛІВ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОНОСІЇВ

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

Побудова простих та надійних каналів обміну даними є однією з важливих умов створення якісних автоматизованих комплексів у розподілених системах контролю витрати енергоносіїв. Одним з перспективних способів, що реалізує статистичну методологію формування та обробки широкосмугових сигналів у системах обміну даними є спосіб передавання та приймання інформації на основі широкосмугових сигналів, що формуються процесами зі змінною ентропією.

Традиційно завадостійкість оцінюється як залежність співвідношення сигнал/шум по потужності на виході приймального (демодулюючого) пристрою від співвідношення сигнал/шум на його вході.

Співвідношення сигнал/шум на виході демодуючого пристрою, для згаданого способу, визначається різницею рівню (значення) ентропії суміші сигналу з шумом та рівню ентропії шуму, а також систематичною та випадковою складовими похибки статистичного оцінювання ентропії.

Проведено моделювання та експериментальні дослідження за умов коли сигнал-носій - стаціонарний випадковий процес (фільтрований білий шум) з розподілом ймовірностей станів близьким до нормального, смуга частот від 0.1 до 24000 Гц, база 2000, форма сигналу повідомлення - послідовність прямокутних імпульсів з частотою 6 Гц, кількість відліків (розмір вибірки) для розрахунку оцінок ентропії протягом повного періоду сигналу повідомлення 8000 (4000 відліків на стан).

На основі проведених досліджень встановлено, що запропонований метод ефективніший порівняно з амплітудною модуляцією в межах співвідношення сигнал/шум на вході від -25 до +45 дБ, порівняно з частотною модуляцією в межах від -10 дБ і менше, а також співрозмірний за ефективністю з фазоманіпульованим ШПС (з базою сигналу 100) в межах від -10 до +10 дБ.

В описаному дослідженні вплив систематичної складової похибки оцінки ентропії не враховано, хоча її існування та вплив в у бік погіршення співвідношення сигнал/шум (до ≈ 7 дБ) на виході підтверджується експериментально.

Таким чином широкосмугові методи обміну даними, що ґрунтуються на відповідності ентропії сигналів у каналі даних до інформаційного повідомлення, забезпечують відповідну надійність та якість зв'язку і з погляду апаратної реалізації є порівняно простими.

Ключові слова: канал даних, широкосмугові сигнали, ентропія.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОВМІСТУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

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

Актуальною проблемою є створення вимірювальних комплексів для обліку енерговмісту природного газу. Основою для проектування таких витратовимірювальних комплексів є розробка математичної моделі визначення компонентного складу природного газу. Склад природного газу можна представити, як дві сукупності газів, а саме – вуглеводневі гази (метан та інші), які відносяться до горючих та супутні гази (азот та інші), які, в основному, є негорючими.

Для створення математичної моделі був проаналізований компонентний склад 44-ох газових родовищ Росії, України та Середньої Азії, а також газ який транспортується по восьми газопроводах України. Під час аналізу було встановлено наступне: супутні гази мало корелюють із вуглеводневими; супутні гази

мало корелюють між собою; кореляція між вуглеводневими газами є вищою за 0.5; коефіцієнт кореляції між C_3H_8 та C_4H_{10} складає 0.975, а між C_3H_8 і C_5H_{12} - 0.933. Із таблиці 1 видно, що сумарний вклад вуглеводневих газів (метану, пропану, бутану) у теплоту згорання становить в середньому 97.82%.

Таблиця 1- Аналіз вуглеводневих компонент природного газу

Компоненти природного газу	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	$C_5H_{12}+$
Середній вміст у одиниці об'єму	0,94	0,025	0,007	0,004	0,002
Теплота згорання згідно з ГОСТ 22667, ккал/м ³	7980	14300	20670	27435	34400
% вклад кожного компонента у сумарну теплоту згорання	91,68%	4,37%	1,77%	1,34%	0,84%

У кінцевому підсумку аналіз кореляційної матриці показав, що концентрації метану, пропану та бутану доцільно визначати інструментально, а значення концентрацій C_4H_{10} , $C_5H_{12}+$ можна розрахувати за розробленою математичною моделлю. Використовуючи метод головних компонент та провівши статистичну обробку був вибраний чотирьохвимірний простір, який визначав 92% всієї дисперсії початкової вибірки. За методом найменших квадратів при використанні значень власних векторів кореляційної матриці вуглеводневих газів була розроблена модель визначення сумарної концентрації C_4H_{10} і $C_5H_{12}+$:

$$C = 0.4918 + 0.0869 \cdot (0.999C_{CH_4} + 0.956C_{C_2H_6} + 1.0C_{C_3H_8})$$

Коефіцієнт кореляції для даної моделі становить 0.957, що говорить про досить високу адекватність отриманої моделі.

Ключові слова: енерговміст, кореляційна матриця, теплота згорання.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

*Середюк Д.О. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

На сьогоднішній день ринок засобів обліку природного газу є насиченим лічильниками газу різних типів. Тому виникає питання який із них вибрати за однакових умов експлуатації, і які при цьому використати критерії.

Метою даної роботи є моделювання оцінки рівня якості лічильників газу (ЛГ) різних типів на основі запропонованої методики [Деклараційний пат. на корисну модель 17355 U Україна, МПК G01F25/00, G01F1/00. Спосіб перевірки витратомірів і лічильників газу та рідин / О.Є.Середюк, Д.О. Середюк.— № u200603913; Заявл.10.04.06; Опубл. 15.09.06. Бюл. №9] з використанням відповідних якісних показників.

Моделювання здійснювалося при використанні таких основних одиничних якісних показників ЛГ, які характеризують такі метрологічні і технічні характеристики: середнє зважене значення похибки, значення втрат тиску при проходженні газу через лічильник за максимальної і мінімальної витрат, поріг чутливості, збіжність показів ЛГ та діапазон вимірювання.

Проведено математичне моделювання алгоритму розрахунку середнього зваженого значення похибки ЛГ турбінного, роторного і мембранного типів. Проаналізований вплив кількості точок визначення похибки лічильників на розрахунок її середнього зваженого значення, що дає можливість вибирати їх оптимальну кількість згідно критерію “мінімум затрат – максимум інформативності”.

Моделювання проводилося для нових лічильників і для лічильників після різних термінів експлуатації, в тому числі впродовж міжпіврічного інтервалу. При цьому об’єктами вибиралися як лічильники з нормативно регламентованими метрологічними характеристиками так і лічильники не придатні для експлуатації, тобто які не пройшли повірку.

За результатами моделювання запропонована методика кількісної оцінки фактичного технічного стану працездатних і непрацездатних ЛГ з врахуванням методології вибору однакових і розрахунку не однакових коефіцієнтів вагомості одиничних показників якості ЛГ.

Обґрунтовані і встановлені умови та можливості використання комплексного показника якості для ЛГ різних типів.

Ключові слова: лічильник газу, одиничний показник, комплексний показник якості, моделювання.