

Наукові та практичні проблеми виробництва приладів та систем

Програмне забезпечення дозволяє будувати місячні звіти з енергетичного споживання за встановленою формою, а також здійснювати періодичний контроль за поточними параметрами теплоносія на об'єктах енергоспоживання.

Література

1. Е.Г. Шпекторов, В.А. Пронина и др. Автоматизированная информационная система диспетчерской службы теплоснабжения города // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. -2000. – № 6.
2. В.Д. Таланов, Е.К. Журавлев и др. Информационно-управляющая система бойлерной установки// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. -2001. – № 4.
3. А.В. Уваров. Информационно-измерительный и управляющий комплекс “DEP-система”// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. -1998. -№ 10.
4. Франк Энго. Как программировать на Delphi 3: Пер. с англ./ Франк Энго. – К.: Издательство „ДиаСофт”, 1997. – 320с.
5. Р. Басс, М. Фервай, Х. Гюнтер. Delphi 4: полное руководство: Пер. с нем. – К.: Издательская группа ВHV, 1998. – 800с., ил.
6. Бобровский С. Delphi 5: учебный курс – Спб: Питер, 2001. – 640с., ил.

<p>Коробко І.В., Бойко С.Г., Рябушко В.А., Онищук В.П. Информационная система передачи данных с энергетических объектов на базе теплосчетчиков SA-97. В статье рассматривается информационная система передачи данных энергетических объектов с программным обеспечением, разработанным в среде Delphi 5.</p>	<p>Korobko I.V., Boyko S.G., Ryabushko V.A., Onyshuk V.P. Information system of data transfer by energy objects based on SA-97 heartcounters. Information system of data transfer by energy objects with software based on Delphi 5 is considered.</p>
--	---

*Надійшла до редакції
10 жовтня 2003 року*

УДК 681.121

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЛАДІВ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Коробко І.В., Писарець А.В., Кузьменко П.К., Воропаєва Н.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

У статті розглядається проблема перевитрат і економічного використання енергетичних ресурсів. Виходячи з досвіду експлуатації, розкрито труднощі застосування існуючих методів та приладів, запропоновані ідеї щодо їх усунення або зменшення.

Постановка проблеми

Актуальне питання економії постає перед кожним, хто не байдужий до економічного розвитку країни, до її процвітання. Запаси енергоресурсів (газ, нафта, вугілля) стають дедалі скуднішими, а процес добування дуже складним і

небезпечним. Використання нетрадиційної енергетики ще не знаходить широкого розповсюдження в нашій державі. Єдиний вихід - економія. Реконструкція теплових пунктів будинків потребує високих грошових витрат і не кожен користувач згоден чекати довгий час – коли окупляться затрати на реконструкцію (хоча цей метод ефективний, з точки зору економічності). Економія – це те, до чого ніхто не звик і не збирається звикати. Своєрідним “стимулом звикання” є встановлення систем контролю, обліку, регулювання споживання енергетичних ресурсів, наприклад, системи обліку витрат води і тепла. Відсутність в теплових пунктах будинків цих систем звичайно призводить до 40-60 % перевитрат теплової енергії, некомфортних умов, високої вартості комунальних послуг (які в більшості випадків не може сплачувати користувач). Більш того діяльність комунальних хазяйств схожа на “возню”, бо одні з них не рентабельні, а керівництво інших просто боїться впровадження нових технологій.

На сьогодні неможливо уявити промислові об’єкти та комунальне господарство без сучасних засобів автоматизації з використанням останніх досягнень інформаційних технологій та теорії управління. Спрощуються електричні схеми, що дає можливість зробити існуючі процеси більш інтелектуальними, підвищується надійність приладів. За цих умов необхідні засоби вимірювання витрат енергетичних ресурсів з такими характеристиками:

- висока надійність та точність вимірювань протягом довгого проміжку часу;
- великий динамічний діапазон вимірюваних витрат;
- енергонезалежне живлення;
- самотестування з індикацією похибок;
- можливість з’єднання з системами автоматичного керування;
- архівація даних про спожиту теплову енергію, кількість теплоносія, час простою теплолічильника, збоїв в системі;
- архівація даних про витрату теплоносія, температуру в подаючому та зворотному шляхопроводах в даний момент.

Аналіз останніх досліджень

Метрологічні характеристики теплолічильників визначаються розрахунковим методом за метрологічними характеристиками тих вимірювальних вузлів, з яких лічильники складаються. Складність в оцінюванні похибок пояснюється складністю умов, в яких експлуатується прилад, врахуванні змін складу води та теплофізичних властивостей теплоносія (наявність домішок), тощо [1].

Сучасний стан засобів обліку споживання теплової енергії доводить, що найбільше розповсюджені теплолічильники, до складу яких входять тахометричні, ультразвукові, електромагнітні та вихрові витратоміри.

Основні вимоги сучасної промисловості до витратомірів та лічильників є висока точність, надійність, довговічність, стійкість до агресивних середовищ,

екологічність, здатність видавати інформацію у вигляді сигналу, який можна без викривлення передати на велику відстань, безпосередньо використовувати в управляючих та реєструючих пристроях.

Сучасні теплолічильники

Теплолічильники з тахометричними первинними перетворювачами першими ввійшли на ринок України і зарекомендували себе як досить точні прилади. Вони знайшли широке розповсюдження завдяки своїй простоті та відносно малій вартості. Але при експлуатації в “українських” умовах з’явилась низка факторів, які не приносять користі метрології водолічильників в процесі експлуатації:

- накопичення феромагнітних частинок на магнітній напівмуфті крильчатки, що призводить до зростання тертя між крильчаткою та кришкою вимірювальної камери;
- зношування осей та підшипників турбінки.

Ці фактори ніяк не впливають на зменшення попиту на тахометричні водолічильники, бо вони досить стабільні і добре витримують свої метрологічні характеристики (на рівні електромагнітних і ультразвукових водолічильників), мають простоту обслуговування, велику ремонтну базу та досвід експлуатації.

Залежність об’ємної витрати Q від числа обертів n в одиницю часу у аксіальної турбінки виражається в загальному вигляді рівнянням [2]:

$$Q = \varphi(n, \nu, \rho, M_C, D, d_H, d_B, z, l, H),$$

де ν і ρ – кінематична в’язкість і густина вимірюваної рідини; M_C – момент опору тахометричного перетворювача; D – діаметр трубопроводу; d_H і d_B – зовнішній та внутрішній діаметри лопатей турбінки; z – число, а l – осьова довжина лопатей; H – крок лопатей по гвинтовій лінії.

Електромагнітні теплолічильники мають високу стабільність метрологічних характеристик в часі, надійність при правильних умовах монтажу та експлуатації. Хоча і мають ряд недоліків:

- застосування лише для електропровідних рідин;
- блукаючі струми на трубопроводах призводять до дестабілізації показань лічильника (зміщення нуля, появлення систематичних похибок) [2].

Робота такого витратоміра базується на виникненні в провіднику електрорушійної сили (ЕРС) при його переміщенні в магнітному полі.

Вимірювач містить короткий відрізок труби, покритий ізолюючим матеріалом; магнітне поле створюється змінним струмом, що подається в котушки, розташовані зовні труби. Рідина, що є провідником, протікає через це магнітне поле і генерує ЕРС, що фіксується двома електродами, установленими на ізолюючому покритті труби в діаметрально протилежних місцях. Отримана ЕРС підсилюється і подається на індикатор або реєструючий прилад [2].

Залежність об'ємної витрати Q від різниці потенціалів E на електродах можна виразити залежністю [2]:

$$Q = \frac{E\pi D}{4B},$$

де B – магнітна індукція; D – відстань між кінцями електродів (дорівнює внутрішньому діаметру трубопроводу).

Важливою перевагою електромагнітних витратомірів перед іншими є те, що вони обчислюють витрату за результатами вимірювання середньої швидкості потоку по ефективній площі потоку. Це робить показання незалежними від густини, в'язкості та температури теплоносія. Особливості конструкції зводять практично до нуля втрати тиску, потребують мінімальних довжин прямих ділянок до та після витратоміра (5 D_u і 3 D_u відповідно). Мають широкий діапазон вимірювання, а за рахунок корегування показань в залежності від умов експлуатації, правильного вибору D_u перетворювача забезпечують вимірювання об'єму теплоносія з високою точністю [3].

Ще одним різновидом теплотічильників є лічильники з ультразвуковими первинними перетворювачами.

В більшості випадків під ультразвуковими витратомірами прийнято розуміти прилади для вимірювання витрати, що базуються на співвідношенні швидкості розповсюдження акустичних коливань в нерухомому середовищі та швидкості самого середовища. При цьому показчиками витрати є різниці амплітуд, фаз, часу розповсюдження, частоти, тощо ультразвукових коливань. Саме таке різноманіття параметрів, що залежать від швидкості вимірюваного середовища, і передбачило велику кількість способів вимірювання затримки проходження сигналу від випромінювача до приймача і назад. З подальшим розвитком теплотічильників даного типу перевага надається тим, на метрологічні характеристики яких зменшений вплив умов експлуатації – температури, тиску, концентрації домішок, тощо [4].

Переваги ультразвукового методу досить суттєві:

- відсутність тіл в потоці;
- безконтактне знімання інформації;
- порівняно висока точність показань;
- простота і надійність.

Але існує і низка проблем, які виникають в процесі експлуатації і потребують серйозного вивчення та усунення: місцеві опори та шорсткість труб, що формують несиметричні профілі зміни швидкості; числа Рейнольдса Re (при малих числах похибка лічильника виходить за межі норми); труднощі практичного використання ультразвукових витратомірів зв'язані з тим, що швидкість поширення звуку залежить від фізико-хімічних властивостей вимірюваного середовища (його температури, тиску, концентрації і т.п.) і вона непорівнянно більше швидкості руху цього середовища (що призводить до необхідності застосування в ультразвукових витратомірах спеціальних методів і засобів компенсації впливів властивостей середовища та необхідності

використання диференціальних схем вимірювання (для виділення „слабкого” корисного сигналу), що обумовлює велику складність вимірювальної апаратури).

З сьогоднішнім просуненням вперед і розвитком інформаційних технологій та достатньо великим накопиченням досвіду експлуатації ультразвукових витратомірів стає можливим усунути ці проблеми і стабілізувати їх метрологічні характеристики.

Алгоритм обчислення витрати теплолічильників ультразвуковими перетворювачами досить простий [4]:

$$Q = kD_y,$$

де $k = f(v, \nu, \rho, t)$ – коефіцієнт пропорційності і для кожного типу теплолічильника підбирається на калібрувальному стенді; v, ν, ρ, t – швидкість, кінематична в’язкість, густина і температура вимірюваної рідини; D_y – діаметр умовного проходу первинного перетворювача рідини.

При проведенні аналізу сучасних теплолічильників не можна забувати про теплолічильники з вихровими первинними перетворювачами.

Усе більше застосування у вітчизняній і закордонній витратометрії знаходять вихрові лічильники-витратоміри з тілом обтікання завдяки тому, що найбільше повно відповідають умові одночасного виконання різних і водночас суперечливих вимог, які висуваються до приладів сучасним рівнем технологічних процесів.

До таких вимог відносяться надійність і вартість; діапазон вимірювання і точність; наявність частотного вихідного сигналу і відсутність рухливих частин конструкції. Безсумнівними перевагами даних приладів є також незначний вплив фізичних параметрів вимірюваного середовища на їхні метрологічні характеристики, порівняно невеликі втрати тиску на первинному перетворювачі і висока стабільність метрологічних характеристик у часі. Остання обставина пояснюється конструктивними особливостями вихрових витратомірів з тілом обтікання, що впливає з їхнього принципу дії.

Основними перевагами вихрового методу вимірювання є:

- відсутність частин, які обертаються;
- простота і надійність перетворювача витрати;
- незалежність показань від тиску і температури;
- великий діапазон вимірювання;
- лінійність шкали;
- достатня точність у широкому діапазоні;
- частотний вимірювальний сигнал;
- стабільність показань;
- можливість одержання універсального градуювання;
- можливість створення імітаційних методів і засобів повірки;
- можливість створення лічильників пари і газу;
- прийнятна ціна.

Напрямок розвитку вихрової витратометрії є поліпшення метрологічних і експлуатаційних характеристик приладів, побудова пристроїв з автоматичною корекцією характеристик за в'язкістю і температурою вимірюваного середовища на основі застосування мікропроцесорної техніки і з використанням як додаткових датчиків температури і в'язкості, так і інформативних властивостей доріжки Кармана. Взагалі, при визначених конструктивних рішеннях вихідний електричний сигнал первинного перетворювача може нести інформацію і про температуру і про в'язкість контрольованого потоку [6].

До недоліків вихрових витратомірів відносяться значна втрата тиску, що досягає 30 – 50 кПа, і деякі обмеження можливості їхнього застосування: вони непридатні при малих швидкостях через труднощі вимірювання сигналу, що має малу частоту, і виготовляються лише для труб, що мають діаметри від 25 до 150 – 300 мм. Застосування їх для великих труб є складним, а при дуже малих діаметрах немає стійкого вихроутворення. Вони не застосовуються також при $Re < 10^3 \div 10^4$. Багато конструкцій вихрових витратомірів непридатні і для вимірювання забруднених і агресивних речовин, що можуть порушити роботу перетворювачів вихідного сигналу. Але на процесі вихроутворення забруднення, корозія та ерозія тіла обтікання або апарата, що закручує, практично позначаються дуже мало (на відмінність, наприклад, від звужуючих пристроїв). Тому при виборі перетворювача вихідного сигналу вихрові витратоміри можуть служити і для вимірювання забруднених, агресивних і абразивних речовин [2].

Для дослідження характеристик вихрових витратомірів поруч з числом Рейнольдса Re використовують число (або критерій) Струхаля Sh , що характеризує періодичні процеси. Частота зриву вихрів згідно критерію Струхаля $f = vSh/d$ пропорційна відношенню v/d , виходячи з чого, при постійному характерному розмірі d тіла обтікання пропорційна швидкості v , тобто об'ємній витраті Q . Залежність між Q і f можна виразити рівнянням [2]:

$$Q = \frac{sd}{Sh} \cdot f,$$

де s – площа найменшого поперечного перерізу потоку навкіл тіла обтікання; $Sh = f'dv^{-1}$ – число Струхаля; f' – частота пульсацій тиску рідини в результаті періодичного зриву вихрів [2].

Висновки

Отже, сучасним методам вимірювання витрат рідких енергоносіїв притаманна відсутність рухомих вимірювальних елементів та опор, що труться, у вимірювальному середовищі безпосередньо. Це дозволяє збільшити надійність та довговічність приладу, значно спростити конструкцію. Але у той час як застосування турбінних, об'ємних та інших типів вимірювачів підтримується великим об'ємом даних, накопичених роками для різних рідин та умов, подібне твердження не може бути зроблено для розглянутих вимірювачів.

Тому, враховуючи переваги сучасних методів, постає питання про їх подальше вдосконалення, покращення метрологічних характеристик, знаходження шляхів здешевлення приладів для підвищення їх доступності споживачам.

Таким чином застосування приладів і систем комерційного обліку дає реальну можливість економити воду та тепло, а отже і енергоресурси (до 60%).

Література

1. ДСТУ 3339-96. Теплолічильники. Загальні технічні умови. Київ: Держстандарт України.
2. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества. Л.: Машиностроение, 1989. – 701с.
3. Головачёв П.Г. Эксплуатационная надёжность и критерии выбора теплосчётчиков. Новости теплоснабжения. 2002. – № 4. – С. 48–49.
4. Киясбели А.Ш. и др. Частотно-временные ультразвуковые расходомеры и счётчики. М.: Машиностроение, 1984. – 681с.
5. Прозоров М.А. Новые ультразвуковые расходомеры и теплосчётчики. Приборы и системы управления. 1996. – № 8. – С. 22–25.
6. Писарець А. В. Аналіз сучасного стану вихрових засобів вимірювання кількості речовини. Сборник трудов международной научно-технической конференции «Приборостроение – 2001», Вісник Черкаського інженерно-технологічного інституту, 2001. – С. 53–56.

Коробко І. В., Писарець А. В., Кузьменко П. К., Воропаєва Н. В. Состояние и перспективы приборов коммерческого учета энергетических ресурсов. В статті розглядається проблема економічного використання, перерасхода енергетических ресурсів. Исходя из опыта эксплуатации, раскрыты трудности применения существующих методов и приборов, предложены идеи по их устранению или уменьшению	Korobko I. V., Pisarets A. V., Kuzmenko P. K., Voropaeva N. V. State and prospect of power resources commercial accounting measurement aids. Problem of power sources surcharge and efficient use is considered. Use difficulties of existent methods and measurement aids are disclosed. Versions of its elimination and decrease are proposed
--	---

*Надійшла до редакції
15 жовтня 2003 року*

УДК 681.586

ПОЛІНВАРІАНТНЕ ВИМІРЮВАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН В ЗАМКНЕНИХ СТРУКТУРАХ

Водотовка В.І., Рєпа Ф.М. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

Запропоновано спосіб досягнення додаткової інваріантності функції вимірювального перетворення структури зі зворотнім зв'язком щодо дрейфу нуля без перериви вимірюваного сигналу (без обнуління), що визначає можливість реалізації чутливих та динамічно стійких вимірювальних структур

Вступ

В основі синтезу структур вимірювальних перетворювачів, які містять