

- меры и плотномеры. – М., 1966. 6. Берлинер М.А. Разработка $\text{Si}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Al}$ чувствительных элементов гигрометров // Контрольно-измерительная техника. – №25. – 1988. – С. 22–25. 7. Гагарский А.П. Амплитудные волоконно-оптические измерительные преобразователи // Контрольно-измерительная техника. – № 34. – 1988. – С. 11–21. 8. Шпилькин А.Д. Акустический метод измерения концентрации газов // Контрольно-измерительная техника. – № 19. – 198. – С. 20–23. 9. Луцук Я., Буняк Л., Стадник Б. Застосування ультразвукових сенсорів. – Львів, 1998. 10. Худякова Т.А., Крешков А.П. Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа. – М., 1976. 11. Контроль влажности радиоспектроскопическим и диэлькометрическим методами. – Фрунзе, 1973. 12. Емкостный принцип измерения влажности – www.hleb.net/humidity/index.htm. 13. Берлинер М. А. Промышленные измерения влажности методами СВЧ // Контрольно-измерительная техника. – № 20. – 1979. 14. Касицкий Л.З. Электромагнитный влагомер промышленного назначения // Контрольно-измерительная техника. – № 1. – 1988. 15. Берлинер М.А. О проблемах измерения влажности в промышленности // Контрольно-измерительная техника. – № 30. – 1988. 16. Влагомеры для сельского хозяйства и пищевой промышленности // Экспресс-информация.– Выпуск 11. – 1989. 17. ДСТУ 3768–98. Пшениця. Технічні умови. 18. ДСТУ 3769–98. Ячмінь. Технічні умови. 19. ГОСТ 6293–90. Рис. Требования при заготовках и поставках. 20. ГОСТ 13634–90. Кукуруза. Требования при заготовках и поставках. 21. ГОСТ 16990. Рожь. Требования при заготовках и поставках. 22. ГОСТ 17109–88. Соя. Требования при заготовках и поставках. 23. ГОСТ 19092–92. Гречиха. Требования при заготовках и поставках. 24. ГОСТ 22983–88. Пшено. Требования при заготовках и поставках. 25. ГОСТ 27850–88. Рожь продовольственная для экспорта. Технические условия. 26. ГОСТ 28673–90. Овес. Требования при заготовках и поставках. 27. ГОСТ 28674–90. Горох. Требования при заготовках и поставках. 28. ГОСТ 3040–55. Зерно. Методы определения качества. 29. ГОСТ 13586.5–93. Зерно. Метод определения влажности. 30. ГОСТ 29143–91. Зерно и зернопродукты. Определение влажности (рабочий контрольный метод). 31. ГОСТ 29144–91. Зерно и зернопродукты. Определение влажности (базовый контрольный метод). 32. ГОСТ 29305–92. Кукуруза. Метод определения влажности (измельченных и целых зерен). 33. Р 50–070–97. Метрологія. Проби зерна та продуктів його переробки для атестації та перевірки засобів вимірювань вологості. Методика метрологічної атестації. 34. Р 50–073–98. Вологість зерна і продуктів його переробки. Методика виконання вимірювань на зразковій вакуумно-тепловій установці. 35. Р 50–077–98. Метрологія. Засоби вимірювань вологості зерна та продуктів його переробки. Методика перевірки.

УДК 628.1,696.11,696.4

ПОКРАЩАННЯ ЯКОСТІ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАРЯЧОЇ ВОДИ

© Богдан Голюка, Василь Яцук, Петро Столярчук, 2003

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра “Метрологія, стандартизація та сертифікація”,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Пропонується новий напрямок покращання якості лічильників гарячої води, які б забезпечували під час комерційного обліку можливість урахування її якості.

Предлагается новое направление улучшения качества счетчиков горячей воды, которые должны обеспечивать при коммерческом учёте возможность учитывать её качество.

Offers a new area of counters development of hot water, which a taking account possibility provided attached to commercial calculation and her qualities.

Постановка задачі. В умовах постійного зростання світових цін на енергоносії в нашій державі,

яка мало забезпечена власними енергоносіями, все більшого значення набуває проблема їх усебічної

економії. Про це зазначено у Постанові № 419 Кабінету Міністрів України від 30.12.1998 р. [1], в якій здійснена чітка диференціація вартості надаваних послуг із тепло- та гарячого і холодного водопостачання. Сьогодні в Україні широко використовуються крильчасті лічильники кількості гарячої води, які приваблюють масового споживача невеликою вартістю, простотою в експлуатації, відсутністю блоків електричного живлення, неможливістю несанкціонованого коригування показів тощо. Однак в таких лічильниках неможливо достатньо просто реалізувати канал вимірювання температури, який би корегував його покази. Справді у традиційному крильчастому водолічильнику на відліковому пристрої відображається об'ємна витрата гарячої води і вартість наданої послуги повинна визначатись як добуток тарифу гарячого водопостачання на об'єм спожитої гарячої води за певний період. У згаданій Постанові Кабміну України встановлено декілька градацій якості гарячого водопостачання із різними тарифами залежно від температури гарячої води, причому якщо температура гарячої води нижча від $+40^{\circ}\text{C}$, вона оплачується як холодна вода, тобто за втричі нижчим тарифом. Виникають дві проблеми – підрахунку кількості спожитої води та вартості оплати за воду залежно від її температури.

Встановлення вимог до параметрів витратомірів і лічильників. Необхідність комерційних розрахунків за спожиті енергоносії зумовлює дуже високі вимоги до їх точності. Сьогодні в нашій державі роздрібний продаж гарячої води обліковується за допомогою об'ємних комерційних лічильників, що, очевидно, із зміною умов довкілля, особливо температури, істотно збільшує ризик покупця. В умовах гострої боротьби на роздрібному ринку основним критерієм якості роботи продавця повинно стати забезпечення мінімально можливого ризику покупця. В економічному аспекті ризик покупця полягає в тому, що, здійснюючи акт купівлі гарячої води, покупець в ідеальному випадку не повинен зазнавати збитків. Оскільки ведуться грошові взаєморозрахунки, то логічно ставити вимогу, щоб значення абсолютної похибки вимірювання кількості спожитої води не перевищувало половини найменшого грошового знака, який знаходиться в обігу в державі $\Delta_{нк}=\pm 0,5$ коп. [2]. Абсолютна

похибка Δ_{vd} вимірювання витрати води визначатиметься як:

$$\Delta_{vd} = \pm \frac{\Delta_{нк}}{C_{св}}, \quad (1)$$

де $C_{св}$ – ціна одиниці гарячої води; і за чинним тарифом на гарячу воду $C_{св}=3,80$ грн./м³ становитиме $\Delta_{vd} = \pm 1,3$ л.

Якщо середньостатистична місячна витрата гарячої води на людину 3000 л (лише 100 л на добу), відносна похибка лічильника не повинна перевищувати $\pm 0,18\%$. Клас точності відомих лічильників (2..5) більше ніж на порядок гірший [5,6,13–16]. Тому особливо актуальним є покращання метрологічних характеристик комерційних лічильників гарячої води.

Основним якісним показником гарячої води є її температура, причому залежно від її значення тариф змінюється більш ніж втричі. Забезпечити таку високу точність на базі методів побудови серійних витратомірів принципово неможливо.

У сучасних індивідуальних водолічильниках застосовують витратоміри з ультразвуковими [7,8], турбінними [5,6,9], тепловими [10,11] та вихровими [12] перетворювачами. Однак внаслідок малої вартості більшість серійних лічильників гарячої води є турбінними [13–16].

Основні технічні характеристики серійних лічильників гарячої води різних фірм-виробників наведено в таблиці [13–16].

Аналіз технічних параметрів серійних водолічильників свідчить, що через їх поріг нечутливості, якщо витрати водяного потоку менші від $q_{п}=0,15$ м³/год, надавач послуг може зазнавати значних фінансових втрат. Наприклад, тільки за 1 год, якщо $q_{min}=0,03$ м³/год в одного споживача, збитки надавача послуг становитимуть 8,5 коп.; у 40-квартирному будинку – 3,41 грн.; у мільйонному місті – 25560 грн. за 1 год. Отже, передовсім треба зменшувати поріг нечутливості водолічильників гарячої води. У крильчастих лічильниках зменшення порогу нечутливості обмежене конструктивними причинами. Попередній аналіз показує перспективність використання ультразвукових та теплових методів побудови лічильників гарячої води.

Технічні характеристики серійних лічильників гарячої води

Тип, країна	температура води $t, ^\circ\text{C}$	Q_{\min}	$Q_{\text{ном}}$	Q_{\max}	Діаметр труби, D	Поріг чутливості, $\text{м}^3/\text{год}$	Відносна похибка, %
СХВ-1,5; СГВ-1,5 Росія	5–90	0,03	1,5	3	15	0,015	$\leq 1,8$
СВК 15-3 Росія	5–90	0,06-0,15 0,03-0,12	1,5	3	15	0,03/0,015	2–5
СКВГ-90 Росія	5–90	0,03/0,08	1,5	3	15	0,012	2
ВСГ Росія	5–90	0,03	0,12	1,5	15	0,01	2–5
КВ-1,5 Україна	5–90	0,15	1,5	3	15	0,03	2–5
Аква, Україна	5–90	0,03/0,06	1,5	3	15	0,01	2–5

Щоб коректно вибрати метод будови лічильників гарячої води, враховуючи якість, слід детальніше розглянути відомі принципи та методи вимірювання. Кількість речовини V в одиницях об'єму, що пройшла через лічильник за вибраний проміжок часу $\Delta t_i = t_{2i} - t_{1i}$, знаходять як різницю показів лічильника N_{1i} і N_{2i} , взятих у моменти часу t_{2i} і t_{1i} , тобто [3, 4, 6]:

$$V_i = q_v \cdot \Delta t_i, \quad (2)$$

де q_v – стала лічильника, яка визначає кількість речовини, що припадає на одиницю показів лічильника.

Оскільки комерційні розрахунки за спожиту гарячу воду здійснюються щомісячно, то споживач сплачуватиме за об'єм води V_M

$$V_M = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n q_c \cdot \Delta t_i,$$

де n – кількість увімкнень лічильника води щоденно; $m = 30$ – середня кількість днів за міжрозрахунковий період; q_c – середня витрата води.

Для встановлення добової кількості спожитої гарячої води принципово не важлива щоденна кількість увімкнень (можна прийняти $n = 1$ і врахувати, що

ванна місткістю 100 л набирається за $\Delta t_i = 20 \text{ хв} = \frac{1}{3} \text{ год}$). Тоді середня витрата води становитиме $q_c = 0,09 \text{ л/с} = 0,3 \text{ м}^3/\text{год}$ і знаходитиметься в межах витрат з нормованими метрологічними характеристиками найпоширеніших лічильників [5]. Слід звернути увагу на значне погіршення точності обліку (до 5%), якщо витрати менші за $0,15 \text{ м}^3/\text{год}$ (100 л води пройдётиме за час, більший від 40 хв) [5]. Якщо значення витрат менші від мінімальних (для КВ–1,5 $0,06 \text{ м}^3/\text{год}$, 100 л води протікатиме за 1 год 40 хв) крильчасті лічильники гарячої води взагалі не працюватимуть [5] і надавач послуг зазнаватиме прямих збитків. Це вимагає пошуку вдосконалених методів і принципів побудови лічильників гарячої води.

В жодному з серійних лічильників гарячої води не передбачено функції врахування її якості під час комерційного обліку. Нормативні документи встановлюють градацію тарифів залежно від температури [1]. Під час комерційного обліку доцільно автоматично змінювати тариф за гарячу воду в реальному масштабі часу залежно від її температури Θ_g . Значення місяч-

ної плати C_M за спожитий об'єм гарячої води V_M можна знайти за співвідношенням

$$C_M = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (q_c \cdot T_g \cdot K_{\alpha 0} \cdot \Delta t_i), \quad (3)$$

де $K_{\alpha 0}$ – множник до значення тарифу T_g за гарячу воду залежно від її температури Θ_g .

Щоб встановити вимоги до абсолютної похибки каналу контролю температури гарячої води виберемо її значення такими, що дорівнюють похибці визначення її спожитої кількості $\Delta_{ПК} = \pm 0,5$ коп. Тоді відносна похибка визначення вартості δ_c становитиме

$$\delta_c = \frac{\Delta_{ПК}}{V_M \cdot T_g \cdot K_{\alpha \Theta}}. \quad (4)$$

Для значень $V_M = 3000$ л, $K_{\alpha \Theta 1} = 1$ (якщо $\Theta_g \geq +50^\circ \text{C}$), $K_{\alpha \Theta 2} = 0,303$ (якщо $\Theta_g < +40^\circ \text{C}$) знайдемо відносні похибки за крайніми значеннями температури гарячої води, відповідно $\delta_{c2} \leq \pm 0,3\%$; $\delta_{c1} \leq \pm 0,09\%$. Значення абсолютних похибок контролю температури становитиме $\Delta_{c2} = \pm 0,12^\circ \text{C}$, якщо $\Theta_g < +40^\circ \text{C}$ і $\Delta_{c1} = \pm 0,05^\circ \text{C}$, якщо $\Theta_g \geq +50^\circ \text{C}$. Такі високі вимоги до точності вимірювання температури можна забезпечити, використовуючи напівпровідникові (діодні) температурні сенсори з модуляцією робочого струму [17].

Висновки

1. Встановлено вимоги до метрологічних характеристик комерційних лічильників гарячої води для забезпечення мінімального ризику покупця.

2. Показано, що через недостатньо високу точність та поріг нечутливості серійних крильчастих лічильників існує великий економічний ризик як споживачів, так і, особливо, надавачів послуг.

3. Встановлено вимоги та запропоновано спосіб реалізації лічильників із урахуванням одного з найважливіших якісних параметрів гарячої води – її температури.

1. Правила надання послуг з тепло-, водопостачання та водовідведення / Постанова Кабінету Міністрів України № 1497 від 30.12.97 р. 2. Василюк В.М., Столярчук П.Г., Яцук В.О. Вимоги до побудови комерційних лічильників нафтопродуктів // Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини СНЕГ5–99. – Вип. 5. – К., 1999. – С. 88–90. 3. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. – Л., 1975. 4. Кремлевский П.П. Измерение расходов и количеств жидкости, газа и пара., 1964. 5. Лічильник води крильчастий КВ–1,5. Паспорт ПБВН.407223.002.ПС.–ТУ У 3. 48–00225644–017–94. 6. Промышленные методы измерения расхода жидкости и газа., Сб. науч. тр. / Под ред. Б. И. Никитина. – М., 1988. 7. Народницкий Г.Ю. О погрешности измерений расхода воды ультразвуковым накладным времязимпульсным расходомером // Український метрологічний журнал. – 1999. – №1. – С. 49–52. 8. Здоренко В.Г. Аналіз похибок та шляхи підвищення точності ультразвукових безконтактних витратомірів // Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини СНЕГ5–99. – Вип. 5. – К., 1999. – С. 119–121. 9. Курузанов Ю.А. Повышение точности измерений объемного расхода преобразователями с частотным выходным сигналом // Измерительная техника. – 2001. – № 4. – С. 30–32. 10. Соколов Г.А., Сягаев Н.А., Новичков Ю.А., Ляшенко А.А. Динамические тепловые методы и микропроцессорные средства измерений расхода и свойств потоков веществ // Измерительная техника. – 2000. – № 3. – С. 10–11. 11. Некрасов Ю.П., Савостенко П.И. Зависимость показаний термоанемометра от давления // Измерительная техника. – 2001. – № 3. – С. 21–23. 12. Аристов П.А., Бесоусов Г.В., Евсюткин В.С., Хлыст В.А., Кипник А.М. Струнный автогенераторный расходомер-переподомер РПС // Измерительная техника. – 1996. – № 7. – С. 36–37. 13. Web: <http://www.kipia.ru/3.shtml> 14. Web: http://metering.narod.ru/conters_water.html. 15. Web: <http://www.multigaz.ru/info1101.html>. 16. Web: <http://www.tamature.ru/catalog/4020/40200010.htm>. 17. Яцук В., Яцук Ю. Метод покращання характеристик температурних сенсорів на основі p-n-переходу // Вимірювальна техніка та метрологія. – № 59. – 2002. – С. 90–96.