

СЕКЦІЯ 8

ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ

УДК 681.121

ОБ УЧЕТЕ ЭНЕРГИИ ХОЛОДНОЙ ВОДЫ

Лупей А.Г., ОАО «Ленэнерго», г. Санкт-Петербург, Россия

При продаже тепловой энергии потребителям возникает вопрос о наиболее рациональных механизмах учёта теплоэнергии, содержащейся в исходной воде, забираемой источниками теплоты из естественных водоёмов или городских водопроводов для подпитки тепловых сетей.

В связи с тем, что в узлах учёта потребителей измерение давления ($P_{хв}$) и температуры ($t_{хв}$) холодной воды технически неосуществимо и экономически неоправданно из-за значительной удалённости потребителей от источников теплоты, в некоторых теплоснабжающих организациях (ТСО) сегодня принят следующий порядок расчёта платежей потребителей за потребляемую теплоэнергию.

1. Все теплосчётчики потребителей настроены на ведение учёта суммарной потребляемой тепловой энергии по формуле $W_c = (M_1 \cdot h_1 - M_2 \cdot h_2)$, или по формуле $W_c = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_{гвс} \cdot h_2$, или по формуле $W_c = M_2 \cdot (h_1 - h_2) + M_{гвс} \cdot h_1$, т.е. учёт суммарного теплопотребления ведётся при условии, что удельная энтальпия холодной воды равна нулю ($h_{хв} = 0$ ккал/кг).

2. По окончании расчётного месяца результаты измерений W_c потребители представляют в ТСО, куда все источники теплоты 1-го числа каждого месяца, следующего за расчётным, направляют сведения о среднемесячных значениях $t_{хв}$ и $P_{хв}$, фактически измеренных на источниках теплоты в узлах учёта холодной воды.

3. В ТСО на основании данных о $t_{хв}$ и $P_{хв}$ специальная программа рассчитывает фактическую удельную энтальпию холодной воды $h_{хв} = f(t_{хв}, P_{хв})$ и выполняет автоматическую корректировку W_c каждого потребителя по формуле $W_c' = W_c - (M_1 - M_2) \cdot h_{хв}$ или $W_c' = W_c - (M_{гвс} \cdot h_{хв})$; таким образом, полученные значения W_c' суммируются с нормативными и сверхнормативными (если таковые зафиксированы) потерями теплоэнергии на абонентском вводе, умножаются на тариф и предъявляются потребителям на оплату.

При таком подходе к учёту энергии холодной воды обеспечивается приемлемая достоверность определения платежей потребителей за фактически потреблённую ими энергию, т.к. отпадает необходимость применения в узлах учёта потребителей каких-либо специальных резисторов (имитаторов $t_{хв}$), задания «договорных» констант $t_{хв}$ и т.д.

Сегодня можно встретить и другие предложения в части способов учёта энергии холодной воды.

Например, предлагается не корректировать показания теплосчётчиков указанным выше способом, а продавать потребителям «абсолютную» энергию,

измеренную в узле учёта потребителя по формуле $W_c = M_1 \cdot h_1 - M_2 \cdot h_2$, которая содержит в себе и энергию холодной воды $(M_1 - M_2) \cdot h_{хв}$.

Коль скоро при таком подходе объёмы реализации теплоэнергии возрастут на величину $(M_1 - M_2) \cdot h_{хв}$, то одновременно предлагается скомпенсировать это увеличение объёма продаж соответствующим снижением тарифа на отпускаемую энергию.

Введение в практику реализации тепловой энергии предложения продавать «абсолютную» энергию, но по сниженным тарифам, неизбежно приведёт к заметному финансовому неравенству потребителей: при прежних объемах потребления энергии возрастут денежные платежи потребителей с относительно высокой долей нагрузки ГВС (жилые дома, бани, спортивные объекты и т.д.) за счёт снижения платежей тех потребителей, у которых нагрузка ГВС сравнительно мала или вообще отсутствует.

Ключевые слова: учет, тепловая энергия, тарифы.

УДК 681.121

ОЦІНКА УМОВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ТА КІЛЬКОСТІ РІДИН

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

Вимірювання витрат і кількості рідин у сучасному індустріальному суспільстві є важливою і досить складною задачею. В той же час, без таких вимірювань не можливо забезпечити ефективне управління, а тим більше оптимізацію технологічних процесів в енергетиці, ракето- та літакобудуванні, металургії, приладобудуванні, нафтово-газовій, целюлозно-паперовій, харчовій та в багатьох інших галузях промисловості.

Проблемність вимірювань витрат рідин обумовлена рядом факторів:

- а) вимірювальне середовище постійно знаходиться у складному русі, причому його характер залежить від багатьох параметрів;
- б) вимірювальні середовища відрізняється за фізико-хімічними властивостями, які окрім того під час руху можуть змінюватися;
- в) характеристики вимірювального середовища та приладів знаходяться у складному і багатогранному зв'язку;
- г) різноманітні умови експлуатації.

Фізико-хімічні властивості вимірювального середовища (в тому числі і енергетичних носіїв), процеси, які виникають при транспортуванні рідин на відстань, а також зовнішні фактори мають досить сильний вплив на метрологічну якість процесів вимірювання витрат рідин.

Так, наприклад, у нафтовій, хімічній і нафтохімічній промисловостях застосовується велика кількість речовин з різноманітними фізико-хімічними властивостями, які необхідно контролювати за різних температур, тисках і значних гідравлічних збуреннях, які вносяться технологічною апаратурою.

Умови вимірювання є основними чинниками при виборі найбільш ефективного методу для реалізації приладів вимірювання витрат з оптимальними характеристиками. Виходячи з цього, оцінка умов вимірювання є важливою ланкою в процесі створення ефективної системи вимірювання витрат рідинних енергетичних ресурсів та рідин взагалі.

В доповіді наведені результати аналізу умов вимірювання витрат і кількості для широкого кола рідин та вимог технологічних процесів, при яких вони використовуються.

Ключові слова: рідина, витрата, лічильник, енергоносії, витратомір.

УДК 681.121

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРВИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ РІДИН

*Писарець А.В., Науково-дослідний Центр “Прилади і системи енергозбереження”
Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”,
м. Київ, Україна*

Підвищення точності вимірювання витрат рідин на сучасному етапі розвитку витратовимірювальної техніки можливе шляхом розробки нових методів вимірювання або вдосконаленням приладів, що базуються на існуючих методах. Останнє реалізується за результатами чисельних експериментальних досліджень або оптимізацією первинних вимірювальних перетворювачів витрат рідин (ПВПР) на етапі проектування.

Оптимізація вимірювальної системи полягає у пошуку раціональних значень внутрішніх параметрів системи, що забезпечують мінімум або максимум цільової функції.

Для оптимізації вимірювальної системи необхідно:

- визначити цільову функцію, що відображає роботу досліджуваної вимірювальної системи;
- визначити найбільш впливові проектні параметри цієї цільової функції;
- визначити обмеження, в яких можуть змінюватись проектні параметри;
- вибрати метод оптимізації.

Метою оптимізації параметрів ПВПР є отримання приладів з поліпшеними метрологічними характеристиками. Оскільки кількість параметрів ПВПР, що визначають їх метрологічні характеристики, може бути різною, і впливають на якості приладу не тільки окремо взяті параметри, а їх сполучення, то поліпшення метрологічних та експлуатаційних характеристик ПВПР можливе за умови вибору раціональних співвідношень між різними параметрами ПВПР.

Основною метрологічною характеристикою будь-якого ПВПР є похибка вимірювання приладу. Тому доцільно в якості цільової функції обрати саме дану похибку вимірювання, а критерієм оптимізації ПВПР в цьому разі може бути мінімальна похибка вимірювання витрат на всьому динамічному діапазоні.

Результатом оптимізації є комбінація конструктивних характеристик ППВР, за якої на всьому діапазоні вимірювань похибка вимірювання не виходить за задані межі і буде мінімальною.

Ключові слова: витрата, первинний перетворювач витрат, оптимізація

УДК 681.121.42

ЗАСТОСУВАННЯ CFD ТЕХНОЛОГІЙ У ВИТРАТОМЕТРІЇ

¹⁾Гришанова І.А., ¹⁾Коробко І.В., ²⁾Покрас С.Й., ²⁾Покрас О.Й., ¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна;

²⁾Фірма “СЕМПАЛ”, м. Київ, Україна

Серед головних задач витратометрії на першому плані стоїть проблема підвищення точності як нових, так і вже експлуатованих конструкцій витратомірів. Для її розв’язання на базі будь-якого методу вимірювання необхідне знання профілю розподілу швидкостей в потоці. Найбільш надійним способом отримання інформації про характер протікання рідини на вимірювальній ділянці завжди вважався фізичний експеримент. Однак він потребує значних матеріальних і часових затрат, що є суттєвим недоліком.

З розвитком комп’ютерних технологій і, зокрема, їх використанням в теорії дослідження руху рідини, з’явилась можливість замінити натурний експеримент чисельним, отримавши при цьому багато переваг. Серед основних: порівняно невисока вартість і достатньо малий час отримання результату, відтворюваність будь-яких складних умов експерименту, зокрема створення необхідної передісторії потоку, можливість встановлювати різний тиск, температуру вимірюваної рідини, можливість досліджувати токсичні рідини, візуалізація течії з використанням бажаного масштабу, дотримання і контроль встановлених вимог експерименту.

Сьогодні так звані CFD (Computational Fluid Dynamics) технології – це сучасний інструмент, який дозволяє абсолютно по-новому подивитися на старі проблеми багатьох методів вимірювання витрати і позбавитися ряду їх недоліків. Зупинимося на ультразвуковому і швидкісному методах.

Так, для ультразвукового методу точність вимірювань прямо залежить від точності визначення епюри швидкості. Тому краще за все встановлювати датчики витрати в місці, де профіль потоку є незбуреним. Однак досить часто ця вимога порушується наявністю перед місцем вимірювання колін, звужень, розширень, клапанів, тощо. CFD технології дають можливість врахувати зазначені фактори і визначитися з необхідною і достатньо довжиною прямої ділянки перед витратоміром, а крім цього вибрати ефективний шлях зондування потоку і вдале місце розташування датчиків витрати.

Для турбінних витратомірів (швидкісний метод) задача розрахунку взагалі є дуже непростою, оскільки маємо справу з тілом обтікання складної форми, яке до того ж ще і обертається. Вибір найбільш оптимальної геометрії турбінки, доцільність використання струмовипрямлячів перед витратоміром, вплив

в'язкості вимірюваної рідини на показання приладу є неповним переліком тих задач, які важко вирішити відомими аналітичними методами і навіть під час реального експерименту, але під силу CFD технологіям.

В перспективі поєднання CFD технологій з фізичним експериментом дасть можливість отримання більш точних результатів щодо проектування і оптимізації систем вимірювання витрат будь-яких рідин.

Ключові слова: CFD, витратомір.

УДК 681.121

АНАЛІЗ УЛЬТРАЗВУКОВИХ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ

*Дідковська Г.М., Науково-дослідний центр «Прилади і системи енергозбереження»
Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»
м. Київ, Україна*

Дефіцит енергетичних ресурсів обумовлює особливу актуальність проблем раціонального використання та обліку енергоносіїв. Ефективність систем контролю за спожитими ресурсами підвищиться при оснащенні їх засобами вимірювання з високими метрологічними характеристиками. Це в повній мірі стосується ультразвукових засобів вимірювання витрат рідин. На сьогоднішній день ультразвукові методи вимірювання витрат є одними з перспективних та широко застосованих методів та вони задовольняють основні вимоги, які висуваються сучасною промисловістю, до вимірювань витрат та кількості енергоносіїв.

Принцип дії ультразвукових вимірювальних перетворювачів витрат (УЗВПВ) базується на залежності розповсюдження ультразвукових коливань між передавачем та приймачем від швидкості руху вимірюваного середовища. При цьому ультразвукові коливання розглядаються як промінь вузьконаправлених ультразвукових коливань.

До переваг УЗВПВ слід віднести: відсутність елементів, які зношуються; відсутність безпосереднього контакту з вимірювальним середовищем або мінімальний контакт; незначні втрати тиску або їх відсутність в трубопроводі; можливості вимірювання багатокomпонентних середовищ, імітаційної повірки, монтажу без зупинки технологічного процесу (для накладних приладів); широкий діапазон вимірюваних витрат.

Але окрім цих переваг УЗВПВ властиві ряд недоліків. Основними з яких є вплив профілю розподілу швидкостей і фізико-хімічних властивостей вимірюваного потоку та характеристик трубопроводу на результати вимірювання.

УЗВПВ можна класифікувати:

- за способом переміщення ультразвукових коливань;
- за напрямом ультразвукових коливань відносно вісі потоку;
- за способами розміщення електроакустичних перетворювачів;
- за кількістю вимірювальних каналів;
- за направленістю ультразвукового випромінювання.

За результатами аналізу існуючих УЗВПВ вибрані найбільш оптимальні: з променем направленим під кутом до потоку та з променем паралельним потоку. Для них доцільно використовувати часові та частотні схеми вимірювання сигналу.

Прилади, побудовані на базі таких УЗВПВ, дозволяють здійснювати ефективне вимірювання витрат рідинних енергоносіїв.

Ключові слова: витрата, ультразвуковий витратомір, класифікація.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТ

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

На сьогоднішній день набули широкого розповсюдження ультразвукові витратоміри та лічильники рідини і їхня роль останнім часом зростає у зв'язку з комерціалізацією обліку енергоносіїв. Тому на сьогоднішній день дуже важливою є задача створення ефективної системи їх обліку. Для цього необхідно розробити витратоміри та лічильники рідин з оптимальними метрологічними характеристиками.

Для створення системи оптимального проектування вимірювальних приладів необхідно розробити комплексну математичну модель процесу вимірювання, яка б включала в собі моделі потоку рідини вимірюваного середовища та ультразвукового вимірювального перетворювача витрат (УЗВПВ).

Математична модель вимірюваного потоку має різний вид в залежності від характеру потоку, конфігурації зовнішніх обмежувальних стінок (круглий, прямокутний, еліпсоїдний та інші трубопроводи), стану трубопроводів та інших факторів. Різняться між собою і математичні моделі вимірювальних перетворювачів витрат.

В доповіді наводяться результати розробки комплексних математичних моделей для різних за характеристиками потоків та схем УЗВПВ, які знайшли найбільшого застосування для вимірювання потоків рідин. При розробці комплексних математичних моделей проведені дослідження, які дають можливість визначити схему вимірювання, місце розташування вимірювальних перетворювачів ультразвукових сигналів, кількість вимірювальних каналів та інші конструктивні особливості УЗВПВ в залежності від умов вимірювання та з метою отримання найбільшої якості вимірювального процесу. Значної уваги при розробці комплексної математичної моделі було приділено аналізу впливу на результати вимірювання розташування площини вимірювального сигналу відносно вісі трубопроводу (куту її нахилу та, відстані від діаметральної площини). За результатами цього аналізу визначено оптимальне розташування

вимірювальних перетворювачів ультразвукових сигналу для випадків одноканальних та багатоканальних схем.

Результати проведених досліджень покладені в основу створюваної системи оптимального проектування УЗВПВ з високими метрологічними характеристиками.

Ключові слова: ультразвуковий витратомір, математична модель.

УДК 681.121

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ

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

До теперішнього часу в більшості випадків використовуються морально-застарілі і недосконалі прилади обліку витрат. В той же час недостатньо уваги приділяється розробці нових, технологічно і конструктивно більш досконалих вимірювальних приладів.

Одне з провідних місць серед технологій вимірювання витрат впевнено займають електромагнітні витратоміри (ЕМВ) і лічильники. Електромагнітний метод дозволяє створювати вимірювальні прилади з високими метрологічними та експлуатаційними характеристиками, стабільністю показів в часі. Переваги ЕМВ забезпечили їм широке розповсюдження в світовій практиці вимірювання витрат різноманітних рідин.

Важливішою перевагою ЕМВ є визначення витрат на основі результатів вимірювання середньої швидкості потоку в поперечному перерізі трубопроводу, яка не залежить від змін густини та в'язкості рідини під впливом температури.

Виходячи з цього перед розробниками сучасних ЕМВ стоїть ряд завдань, які необхідно розв'язати, основними з яких є:

- 1) вимірювання в трубопроводах великого діаметру;
- 2) вимірювання середовищ з низькою провідністю;
- 3) можливість використання приладів в автономному режимі живлення і передачі інформації на великі відстані без втрат та спотворень.

Застосування вдосконалених алгоритмів схем управління процесом отримання та обробки вимірювальної інформації дозволяють суттєво спростити конструкцію первинного вимірювального перетворювача і підвищити технологічність конструкції.

В реальних умовах експлуатації на метрологічні характеристики ЕМВ впливають фактори, які необхідно враховувати і при створенні вимірювальних приладів і при використанні їх в цих умовах:

- 1) несиметричність розповсюдження епюри швидкості вимірюваного середовища у каналі перетворювача;

2) спотворення вагової функції, викликане фазовою неоднорідністю (осадом) середовища;

3) асиметричність розповсюдження магнітного поля.

У доповіді аналізуються результати проведених досліджень ЕМВ, які направлені на вирішення задач розробки сучасних ЕМВ з високими метрологічними характеристиками.

Ключові слова: вимірювання витрат, аналіз, електромагнітний лічильник

УДК 681.121

ВИХРЕВОЙ РАСХОДОМЕР С ТЕЛОМ ОБТЕКАНИЯ

*Кислиця А.С., Научно-исследовательский Центр “Приборы и системы
энергосбережения” Национального технического университета Украины «Киевский
политехнический институт», г. Киев, Украина*

В настоящее время значение приборов учета количества жидкостей в промышленности и коммунальном хозяйстве очень велико.

Расходомеры необходимы для управления и автоматизации производственных процессов, где обеспечивают оптимальные технологические режимы в энергетике, металлургии, химической, целлюлозно-бумажной и других отраслях промышленности. Эти приборы являются составной частью приборов учёта тепловой энергии, внедрение которых в настоящее время в первую очередь обусловлено осуществлением энергосберегающих мероприятий и организации коммерческого учета энергоносителей.

Учёт массы или объёма жидких веществ, протекающих по трубопроводам и потребляемых различными объектами, осуществляется счетчиками жидкости. Они также позволяют контролировать потери и утечки жидкостей, которые другими способами трудно определимы.

Перспективными и приобретающими распространение приборами учета жидкостей являются вихревые расходомеры. Они характеризуются высокой точностью и надежностью, широким диапазоном измерений, отсутствием перемещающихся частей, линейностью шкалы измерения, частотным выходным сигналом, стабильностью показаний, простотой монтажа и эксплуатации.

Принцип действия расходомеров такого типа основан на возникновении в потоке жидкости вихрей, которые срываются с поверхности плохообтекаемого тела, установленного в этом потоке. Частота вихреобразования в месте обтекания чувствительного элемента зависит от скорости потока.

Перспективным путем исследования и разработки вихревых расходомеров является создание современных систем оптимального проектирования.

Основой разрабатываемых систем являются математические модели, описывающие процессы взаимодействия потоков жидкости с чувствительными элементами первичных измерительных преобразователей. Моделирование таких процессов осуществляется с использованием современных компьютерных систем и CFD-технологий.

Применение CFD-технологий при проектировании вихревых расходомеров позволяет:

- исследовать процесс вихреобразования,
- исследовать влияние формы и размеров тела обтекания на работу первичного преобразователя, а значит, и прибора в целом,
- повысить чувствительность вихревых расходомеров в области малых расходов.

Ключевые слова: вихревой расходомер, CFD-технологии.

УДК 681.121

МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ОЦІНКИ РОБОТИ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ І ОБЛІКУ ТЕПЛОНОСІЯ

¹⁾Кузьменко П.К., ²⁾Головачов П.Г., ¹⁾Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна; ²⁾Науково-виробниче підприємство “Техприлад”, м. Київ, Україна

При організації обліку тепла однією з основних задач є забезпечення працездатності систем теплопостачання і своєчасного виявлення та усунення неполадок в мережі, шляхом оперативної обробки результатів вимірювання з врахуванням статистичної інформації про стан та режими роботи даних систем.

Розрахунки похибок теплотічників, як правило здійснюються за номінальних умов їх експлуатації. За цих умов метрологічні характеристики приладів повинні знаходитися у встановлених допустимих межах. До основних умов експлуатації можна віднести: максимальну і мінімальну температури та тиск теплоносія; різниці температур у прямому і зворотному трубопроводах; діапазони і різниці витрат у прямому та зворотному трубопроводах; найбільшу і найменшу теплову потужність.

Статистичні методи аналізу результатів спостереження (дисперсійний та кореляційний) визначають ступінь впливу кожного з факторів та їх комбінації на достовірність результатів вимірювання.

Дисперсійний та кореляційний аналіз даних дозволяє зробити припущення, що між приладами однієї нерозривної системи теплопостачання, за умов їх нормального функціонування, існує прямий кореляційний зв'язок. Це можна пояснити тим, що вхідні параметри системи однакові для всього масиву приладів.

Дисперсійний аналіз доцільно застосовувати при спостереженні за погодинними значеннями витрат, які за правильного функціонування не повинні виходити за нормальний закон їх розподілу. Систематичне порушення цієї умови свідчить про несанкціоноване втручання у систему, погіршення метрологічних характеристик вимірювальних приладів або ж про зміну параметрів вимірювального середовища більш за допустиму норму.

Для спостереження за точністю вимірювань та працездатністю теплотічників протягом довготривалого періоду в одному колі мережі

теплопостачання, наприклад, впродовж опалювального сезону, пропонується використовувати кореляційний аналіз.

Впровадження такого методу обробки вимірювальної інформації в системах диспетчеризації дозволяє виявляти елементи (в даному випадку теплолічильник) цієї системи, які порушують достовірність обліку.

Використання запропонованих методів обробки вимірювальної інформації і аналіз статистичних даних дозволяє своєчасно реагувати на порушення нормальної роботи окремих елементів і систем вимірювання в цілому.

Ключові слова: статистичний аналіз, методи оцінки, теплолічильник.

УДК 681.121

О ФАКТОРАХ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ТЕПЛОСЧЕТЧИКАМИ

Головачёв П.Г., Научно-производственное предприятие “Техприлад”, г. Киев, Украина

На выходе из производства все теплосчетчики, как правило, имеют основную погрешность измерения количества теплоты, которая находится внутри доверительного интервала, определенного классом точности теплосчетчика. Однако, при установке теплосчетчиков возникают субъективные и объективные факторы, которые влияют на работу компонентов теплосчетчиков и вызывают появление дополнительных погрешностей, которые могут значительно превышать допустимый интервал.

У теплосчетчиков, имеющих автономное питание, незначительное понижение напряжения элементов питания приводит к тому, что тепловычислитель по температурным каналам может не пройти поверку.

Особо актуальной в настоящее время стала проблема возможной фальсификации показаний микропроцессорных тепловычислителей. Некоторые типы теплосчетчиков применяемых в Украине позволяют производить изменение калибровочных коэффициентов непосредственно на объекте через интерфейсный выход с помощью ноутбука и специальных программ, не нарушая пломб госповерителя.

При установке термопреобразователей часто допускаются нарушение существующих стандартов, требований заводов-изготовителей и не учитываются погрешности, возникающие из-за неправильной конструкции защитных гильз.

Наиболее широко используется в составе теплосчетчиков первичные преобразователи расхода, выполненные на базе ультразвуковых, электромагнитных или тахометрических расходомеров. Установлено, что наличие нерастворенного воздуха в воде в количестве 2% может привести к погрешности измерения расхода у тахометрических расходомеров до 30%, у ультразвуковых до 15-20%, а у электромагнитных до 5%.

У первичных измерительных преобразователей расхода дополнительные погрешности могут также вызывать:

- 1) несоосность подводящего трубопровода и расходомера;
- 2) различия в диаметрах подводящего трубопровода и расходомера;
- 3) смещение уплотнительных прокладок при монтаже;
- 4) переменный расход теплоносителя, вызванный работой систем автоматизации ГВС.

Учитывая изложенное, можно констатировать, что ошибки в монтаже теплосчетчиков, а также неправильная эксплуатация могут быть источником больших дополнительных погрешностей, которые могут достигать при неблагоприятном стечении обстоятельств до 50%.

Ключевые слова: измерения количества теплоты, дополнительные погрешности, теплосчетчик.

УДК 681.121

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ЛОПАСТИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ТУРБИННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ РАСХОДА

*Писарец А.В., Виноградский Е.Н., Научно-исследовательский центр “Приборы и системы энергосбережения” Национального технического университета Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

В настоящее время актуальными являются вопросы проектирования и создания приборов с улучшенными метрологическими характеристиками, которые будут лучше аналогов в применении и эксплуатации. Это в полной мере касается приборов и методов измерения расхода и количества различных веществ.

Для измерения расхода жидкостей широкое распространение получили приборы учета с турбинными первичными преобразователями расхода.

Существует две разновидности турбинных преобразователей расхода: тангенциальный и аксиальный. Тангенциальные турбинки чаще всего выполняются с прямыми лопастями, а аксиальные – с лопастями, загнутыми по винтовой линии.

Частота вращения турбинки может быть представлена уравнением:

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

где Q – объемный расход жидкости, ν – кинематическая вязкость жидкости, ρ – плотность жидкости; M_C – момент сопротивления от трения в опорах и реакции вторичного преобразователя; D – диаметр трубопровода; d_H – наружный диаметр лопастей турбинки; d_B – диаметр втулки турбинки; z – число лопастей турбинки; l – осевая длина лопастей; T – шаг винтовой линии.

Среди множества параметров, влияющих на чувствительность и работу турбинных преобразователей расхода, особое внимание при проектировании необходимо обратить на форму лопастей турбинки. Для упрощения технологии изготовления турбинок профили лопастей имеют входную кромку в большинстве случаев описываемую дугой окружности. Однако при таком

способе формирования входной кромки происходит резкое изменение кривизны обвода профиля, что негативно сказывается на эпюрах распределения скоростей потока по профилю лопасти и обуславливает повышение уровня потерь энергии в решетке.

Для разработки прибора с высокими метрологическими характеристиками необходимо определить оптимальную форму лопастей турбинки с условием получения минимальных потерь давления и максимального движущего момента на ней. Одним из эффективных путей решения данной проблемы является создание системы оптимизации на основе математического описания пространственной формы лопастей турбинки.

Выбор оптимальной формы лопастей турбинки позволит: повысить точность измерения; улучшить динамические свойства преобразователя; расширить диапазон измеряемых расходов; увеличить надежность работы преобразователя; продлить срок службы преобразователя.

Ключевые слова: расход, турбинный преобразователь расхода, форма лопасти.

УДК 697(031)

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

Петренко Н.Н., ПП «Аква Украина», Украина

Предприятие «Аква Украина» ведет свою деятельность на рынке учета и экономии энергоресурсов с 1995 года. Главными целями предприятия являются разработка, производство и внедрение измерительной техники предназначенной для учета потребления тепловой энергии, горячей и холодной воды.

Стараясь наиболее полно удовлетворить потребности отечественного рынка, предприятие производит весь комплекс оборудования для коммерческого учета тепла.

Предприятие производит и реализует:

- теплосчетчики;
- расхомеры следующих типов: тахометрические, вихревые, электромагнитные, ультразвуковые;
- тепловычислители;
- проливные поверочные установки;
- индивидуальные модульные тепловые пункты;
- трубопроводную арматуру и др.

Выпускаемые нами приборы позволяют организовать учет энергопотребления по принципу «от квартиры до крупного предприятия».

Созданный в 1999 году сервисный центр обеспечивает эффективную работу оборудования тепловых пунктов и узлов учета тепла, что позволяет значительно экономить денежные средства, в отличие от расчетов за тепловую

енергию по договорным нагрузкам.

За время работы специалистами предприятия проведено значительное число энергетических аудитов, спроектировано и внедрено более 3000 узлов учета энергоресурсов, несколько десятков тепловых пунктов, проведена модернизация ряда устаревших систем теплоснабжения.

Предприятие постоянно обновляет и расширяет перечень своей продукции и объем предоставляемых услуг, так в 2004 году предприятием разработана и изготовлена стационарная универсальная поверочная проливная установка УППР-80, а в 2005 году - переносная поверочная установка «АКВА-ИМПУЛЬС». Освоены работы по проектированию и монтажу систем вентиляции, кондиционирования, видеонаблюдения и др.

За высокое качество и конкурентоспособность измерительной техники и приборов учета потребления тепловой энергии, горячей и холодной воды ПП «Аква Украина» в 2004 году награждено Дипломом лауреата общенационального конкурса Украины «ВИЩА ПРОБА». Продукция предприятия внесена в регистр 100 лучших товаров Украины.

УДК 662.767

МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ ОБ'ЄМУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Готовкін В.Ю., Блохін С.І., Укрметртестстандарт, м. Київ, Україна

Згідно із статтею 20 Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність” (далі за текстом – Закон), на вимірювання, результати яких використовуються під час торговельно комерційних операцій і розрахунків між покупцем (споживачем) і продавцем (постачальником, виробником, виконавцем), а також - під час обліку енергетичних і матеріальних ресурсів, у тому числі і природного газу, поширюється державний метрологічний нагляд.

Результати вимірювань, що здійснюються у сфері поширення державного метрологічного нагляду, можуть бути використані за умови, якщо відомі відповідні характеристики похибок або невизначеності вимірювань (п. 1 статті 10 Закону). Для забезпечення виконання вимірювань з похибками, які не перевищують потрібних або приписаних характеристик розробляються та використовуються методики виконання вимірювань (далі за текстом - МВВ).

На сьогодні облік природного газу в Україні здійснюється більше ніж на 1,7 тисяч вузлів обліку різних конфігурацій з використанням звужуючих пристроїв та лічильників газу, на яких характеристики похибок вимірювань об'єму газу за стандартних умов визначаються у відповідності з різними програмами та методиками атестації, що не відповідає вимогам Закону.

МВВ, що використовуються у сфері поширення державного метрологічного нагляду, повинні бути атестовані територіальними органами Держспоживстандарту, або мати статус ДСТУ чи міждержавного стандарту (наприклад, ”Межгосударственный стандарт ГОСТ 8.563.2-97. Измерение

расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств”.

У МВВ наводять сукупність процедур і правил, виконання яких забезпечує одержання результатів вимірювань з потрібною точністю. МВВ можуть бути типовими або локальними. У типових МВВ повинні бути визначені механізми виконання вимірювань та розрахунку похибок вимірювань у залежності від методів та типів засобів вимірювальної техніки, які використовуються (наприклад, “Об’єм природного газу за стандартних умов. Типова методика виконання вимірювань з використанням лічильника газу, манометра та термометра. МВУ 016/03-2003”). У локальних МВВ повинні бути визначені метрологічні характеристики вимірювань для вузлів обліку природного газу конкретних конфігурацій з урахуванням конкретних умов експлуатації, у тому числі - наведені розрахунки похибок вимірювань.

Таким чином, для метрологічного забезпечення вузлів автоматизованого обліку природного газу необхідно розробити, атестувати та впровадити у практику методики виконання вимірювань об’єму природного газу за стандартних умов за допомогою звужуючих пристроїв та лічильників газу.

Ключові слова: державний метрологічний нагляд, методика виконання вимірювань, об’єм газу за стандартних умов, похибка вимірювань.

УДК 681.121

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

¹⁾Крук І.С., ²⁾Крук О.І., ¹⁾ГПУ “Львівгазвидобування”, м. Львів, Україна;
²⁾РВУ “Львівавтогаз”, м. Львів, Україна

Сьогодні споживача природного газу цікавить не так сама кількість газу, як його якість, тобто енергетична цінність, яка характеризується нижчою теплотою згоряння. На цей показник суттєво впливає вміст парів води та інших рідин, що містяться у природному газі.

Вологовміст f_v може виражатись мільйонною об’ємною часткою наявних парів води в ppmV, або як мільйонною масовою часткою f_m в ppm

$$f_v = \frac{P_{\text{пв}}}{P} 10^6; \quad (1)$$

$$f_m = \rho_{\text{с пв}} f_v, \quad (2)$$

де $P_{\text{пв}}$ – абсолютний парціальний тиск парів води, наявних у газі при виміряній температурі T газу; P – загальний абсолютний тиск газу; $\rho_{\text{с пв}}$ – густина парів води в стандартних умовах вимірювання при температурі T_c і тиску P_c .

Для абсолютного тиску $P_c = 101,325$ кПа значення густини $\rho_{\text{с пв}}$ парів води буде дорівнювати (за даними додатку 21 РД 50-213-80):

при $T_c = 273,95$ К, $\rho_{\text{с пв}} = 0,8041$ кг/м³; при $T_c = 293,15$ К, $\rho_{\text{с пв}} = 0,7496$ кг/м³.

Крім того, значення вмісту парів води у природному газі можна визначити за величиною густини $\rho_{\text{пв}}$ парів води.

Приймемо, що пари води та сухий газ підпорядковані законам ідеального газу. Тоді запишемо, що

$$P = P_{\text{сг}} + P_{\text{пв}}; \quad (3)$$

а

$$P_{\text{сг}} = \rho_{\text{сг}} R_{\text{сг}} T; \quad (4)$$

$$P_{\text{пв}} = \rho_{\text{пв}} R_{\text{пв}} T, \quad (5)$$

де, крім відомих: $P_{\text{сг}}$ – тиск сухого газу; $R_{\text{сг}}$ і $R_{\text{пв}}$ – газові сталі відповідно сухого газу та парів води.

Після нескладних перетворень і з врахуванням густини сухого газу $\rho_{\text{сг}}$, яка визначається за виразом

$$\rho_{\text{сг}} = \rho_{\text{с}} \frac{T_{\text{с}}}{T} \frac{P}{P_{\text{с}}} \frac{1}{K_{\text{сг}}}, \quad (6)$$

дістанемо загальну формулу для розрахунку густини наявних у газі парів води

$$\rho_{\text{пв}} = \left(\frac{P_{\text{с}}}{T_{\text{с}}} \frac{K_{\text{сг}}}{R_{\text{пв}} \rho_{\text{с}}} - \frac{R_{\text{сг}}}{R_{\text{пв}}} \right) \rho_{\text{сг}} + \frac{P_{\text{пв}}}{R_{\text{пв}} T}, \quad (7)$$

де $\rho_{\text{с}}$ – густина газу в стандартних умовах вимірювання; $K_{\text{сг}}$ – коефіцієнт стискуваності сухого газу.

Ключові слова: природний газ, вологість.

УДК 662.767

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO 5167-(1-4):2003 В СНГ

¹⁾Гудрит Е.Р., ²⁾Пистун Е.П., ¹⁾Укрметртестстандарт, г. Киев, Украина; ²⁾НУ
«Львовская политехника», г. Львов, Украина

Наличие международного стандарта по интересующей государство проблеме является безусловно благоприятным фактором ее эффективного решения. Наиболее простым путем введения в практику международного стандарта является его прямое внедрение – ввод в действие идентичной (переведенной на государственный язык) редакции.

Вместе с тем, такой путь, несмотря на его очевидную простоту, в зависимости от области применения стандарта, технического и технологического уровня оснащения этой области, может представляться достаточно проблематичным.

Именно так складывается ситуация с внедрением, как в бывшем СССР, так и в сегодняшнем СНГ (в том числе и в Украине), международного стандарта ИСО 5167 во всех принятых его редакциях.

Рассмотрим основные факторы этой проблемы.

Нормы стандарта должны излагаться в строгой, обеспечивающей однозначность толкования, форме. Вместе с тем, в стандарте имеют место расплывчатые формулировки, которые более характерны для другой категории

документов, наприклад – для «Методических указаний», «Рекомендаций по практическому применению» и т.п.

Такие выражения, как «...желательно, чтобы...», «...как правило...», «...лучше, если...» и т.п., допускают различные толкования норм, что может являться почвой для недоразумений и конфликтов.

Для контроля соблюдения некоторых норм стандарта требуется уникальное оборудование, что резко ограничивает, а иногда – исключает широкое применение расходомеров со стандартными сужающими устройствами.

Так, например, в стандарте не даны методические указания по измерению радиуса входной кромки диафрагмы, подобные приведенным в стандарте указаниям по измерению внутреннего диаметра отверстия сужающего устройства. Острота этой проблемы активизировала разработки средств измерений, доступных (по стоимости) широкому кругу пользователей. В частности, такая разработка выполняется (на стадии завершения) в Укрметрестандарте.

Контроль соблюдения нормы стандарта в $0,5^\circ$ на неперпендикулярность оси отверстия диафрагмы ее фронтальной плоскости при базе менее 50 - 70 мм невозможен из-за отсутствия в стране необходимого для этого оборудования. На практике это приводит к конфликтам по вопросам достоверности результатов измерений с помощью таких расходомеров, особенно острых при коммерческом учете топливно-энергетических ресурсов.

Ключевые слова: международный стандарт, сужающее устройство, норма, достоверность результатов измерений.

УДК 681.121

МЕТРОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ ЗАСОБІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТАХОМЕТРИЧНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

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

Надійність вузла перетворення вимірювальної інформації є найбільш вагомим складовим надійності тахометричних лічильників газу взагалі. Вузол традиційно реалізують на основі чутливих елементів: оптопар, магнітоіндуктивної котушки та пристроїв перетворення інформації в уніфікований сигнал в унітарному базисі.

Надійність вузла перетворення $P_{\text{вн}}$ визначається, як добуток метрологічної надійності P_m та технічної надійності P_T і визначається з наступного виразу [1]:

$$P_{\text{вн}} = \frac{1}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{T_M - t}{\sigma_M} \right) \right] e^{-\lambda_\tau t},$$

де $\Phi(U)$ – функція Лапласа; T_M , σ_M – математичне очікування та дисперсія розподілу часу поступового збільшення похибок вузла перетворення.; λ_τ – інтенсивність раптових відмов вузла перетворення.

При реалізації вузла перетворення вимірювальної інформації на основі кодів базису Галуа [2] його надійність зростає завдяки зменшенню величини σ_m , що досягається за рахунок використання квазітрійкової маніпуляції та рекурентних властивостей кодів поля Галуа. На рисунку подано теоретичну зміну надійності вузлів перетворення тахометричних лічильників газу.

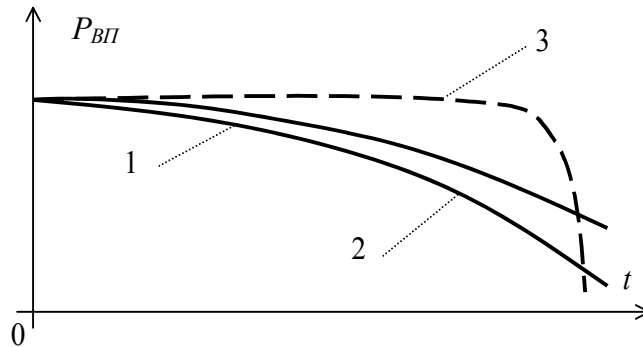


Рисунок – Зміна надійності вузлів перетворення тахометричних лічильників газу з представленням вимірювальної інформації в унітарному базисі: 1 – оптопара, 2 – магнітоіндуктивна котушка і базисі Галуа 3 – оптопара

Ключові слова: метрологічна надійність, коди Галуа, вузол перетворення.

УДК 681.121.42

3D CFD-АНАЛИЗ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБИННОГО РАСХОДОМЕРА ГАЗА

¹⁾Полубинский А.С., ¹⁾Круковский П.Г., ¹⁾Яцевский В.А., ²⁾Тонконогий Ю.Л., ¹⁾Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, г. Киев, Украина;
²⁾Литовский энергетический институт, г. Каунас, Литва

В настоящее время существующие расчетные методы прогнозирования метрологических характеристик расходомеров, учитывающие особенности их пространственной конструкции и взаимодействие с измеряемой средой весьма ограничены. Это связано с тем, что теоретический анализ таких характеристик основывался на упрощенных моделях с сосредоточенными параметрами. Работ, основанных на применении к турбинным расходомерам современных полевых моделей и основанных на них компьютерных (Computational Fluid Dynamics (CFD)) технологий, практически нет. Между тем, именно эти модели и технологии позволяют достаточно полно анализировать частотные характеристики расходомеров с учетом многих влияющих факторов и, в конечном итоге, способствовать оптимизации и прогнозированию метрологических характеристик расходомеров. CFD технологии основываются на создании трёхмерной цифровой сеточной модели расходомера, описании его взаимодействия с протекающей средой (газом или жидкостью) полной системой уравнений Навье-Стокса, дополненной системой уравнений,

описывающей турбулентные свойства среды, решении уравнений современными апробированными численными методами (метод контрольного объёма) и визуализацией полученных результатов.

В докладе рассмотрены трёхмерная (3D) модель и результаты расчетного анализа турбинного расходомера для стационарных и переходных режимов, предполагающих изменение расхода газа на входе в расходомер. Получена зависимость частоты вращения турбины от расхода газа в стационарном режиме и предложена методика определения сил трения крыльчатки расходомера, основанная на экспериментально-расчетном методе с использованием разработанной модели.

Для моделирования процесса вращения крыльчатки использовалась CFD - программа FLUENT с гексагональной подвижной сеткой с числом расчетных ячеек около 50000 в зоне вращения крыльчатки.

На основании разработанной авторами модели были также найдены зависимости гидродинамических сил, действующих на крыльчатку, в стационарных и переходных режимах по расходу газа, а также зависимость погрешности измерения от расхода.

Ключевые слова: измерение расхода газов, турбинные расходомеры, моделирование, CFD анализ в механике жидкостей и газов.

УДК 681.121

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ГАЗУ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ У ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКАХ РОТОРНОГО ТИПУ

Бродин Ю.І., Бродин З.М., Івано-Франківський Національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Дослідження втрат, що виникають при роботі вітчизняних побутових лічильників газу роторного типу на повітрі та природному газі було проведено за допомогою уточненої математичної моделі таких приладів. Визначено, що основні втрати в них обумовлюються в основному необліковуваними перетоками робочого середовища через щілинні зазори, які мають місце між робочими поверхнями і торцями роторів та стінками вимірювальної камери приладу при вимірюванні (див. рис. 1). Описано методику визначення втрат, що мають місце внаслідок необліковуваних перетоків газу в щілинних зазорах вимірювального механізму лічильника типу РЛ-6 та викликані ними похибки:

– при роботі на повітрі

$$q_{нов} = 0,047\Delta P'_{нов} + 1,72\sqrt{\Delta P_{нов}} + 0,027\Delta P_{нов}, \text{ дм}^3/\text{хв.}; \quad \delta_{нов} = \frac{0,066n - (0,062n + q_{нов})}{(0,062n + q_{нов})} \cdot 100\% ;$$

– при роботі на природному газі

$$q_{газ} = 0,077\Delta P'_{газ} + 2,31\sqrt{\Delta P_{газ}} + 0,039\Delta P_{газ}, \text{ дм}^3/\text{хв.}; \quad \delta_{газ} = \frac{0,066n - (0,062n + q_{газ})}{(0,062n + q_{газ})} \cdot 100\% ,$$

де n – кількість обертів роторів ЛГ за хвилину; ΔP – втрата тиску, що створюється відліковим механізмом ЛГ; $\Delta P'$ – складова втрати тиску з врахуванням швидкісного перепаду, що створюється при значних швидкостях обертання роторів; q та δ – відповідно необліковувані перетоки газу в щілинних зазорах вимірювального механізму приладу та викликані ними похибки лічильника. Індекс “*пов*” у вказаних змінних відповідає результатам для повітря, індекс “*газ*” – для газу.

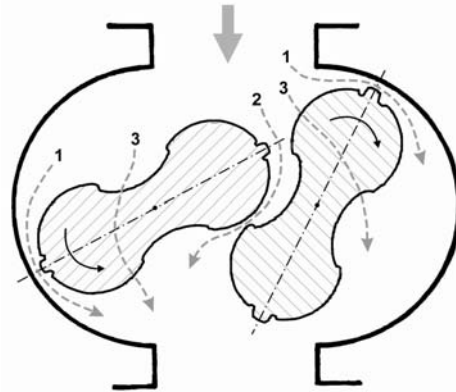


Рисунок 1 – Схема перетоків газу в щілинних зазорах лічильника РЛ-6: 1 – перетоки між гребенями роторів та стінками вимірювальної камери; 2 – перетоки між роторами приладу; 3 – перетоки між торцями роторів та стінками вимірювальної камери лічильника

Згідно з результатами моделювання, втрати при роботі на повітрі є більшими, ніж при роботі на природному газі, причому ця різниця на малих витратах є незначною, а на максимальних досягає 35%; похибка приладу при роботі на газі зростає за абсолютним значенням внаслідок збільшення необліковуваних перетоків, що призводить до заниження показів приладу в середньому на 0,8% і зміщенням кривої його похибок в сторону менших значень.

Ключові слова: природний газ, лічильник газу, втрати газу.

УДК 681.121

МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИХОРОВІЙ ВИТРАТОМЕТРІЇ

Витвицька Л.А., Піндус Н.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Система обліку природного газу, прийнята сьогодні в Україні і в інших країнах СНД, базується в основному на використанні методу змінного перепаду тиску із стандартними пристроями звуження потоку (діафрагмами). Однак за точністю, надійністю, діапазоном вимірювання багато із них (об’ємні, вихорові, ультразвукові та інші) переважають витратоміри із звужуючими пристроями. Перспективним є вихоровий метод витратометрії, який, однак, не є достатньо теоретично обґрунтованим, що викликає багато труднощів для його практичної реалізації та впровадження.

На основі залежностей масової витрати газу від коефіцієнтів адіабати, гідравлічного опору, тиску, температури, густини встановлена залежність швидкості потоку від частоти пульсацій тиску. Визначений вплив деяких параметрів на характеристики завихрень, зокрема наявність збурень газових

потоків, викликаних факторами, які виникають внаслідок перебігу технологічних процесів (вібрація трубопроводу при роботі потужних двигунів; наявність близького розташування транспортних магістралей), а також спричинених різноманітними природними явищами (різкі перепади атмосферного тиску, грозовиця). Встановлені вимоги до значень параметрів досліджуваного потоку газу (число Рейнольдса, число Прандтля, число Маха, число Нюсельдта) при яких забезпечується достатня точність вимірювань витрати за частотою пульсацій потоку. Це дало можливість розробити математичну модель процесу руху газу та утворення завихрень при обтіканні ним нерухомого тіла. Проаналізовано вплив тертя частинок газу об поверхню тіла обтікання на процес утворення завихрень.

На основі даної моделі розроблено удосконалену методику розрахунку коефіцієнта перетворення частоти пульсацій в швидкість потоку газу, запропоновано принципово іншу форму турбулізатора, розроблено конструкцію п'єзоелектричного давача пульсацій тиску, який забезпечує високу чутливість та точність відтворення інформації, що підтверджено на основі метрологічного аналізу методики за концепцією невизначеності вимірювання та результатами випробувань дослідного зразка.

Ключові слова: пульсації, завихрення, турбулізатор.

УДК 681.121.089

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЗВОНОВИХ ВИТРАТОВИМІРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

¹⁾Середюк О.Є., ²⁾Петришин І.С., ²⁾Середюк Д.О. ¹⁾Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна; ²⁾Державне підприємство Івано-Франківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації, м. Івано-Франківськ, Україна

Дзвоніві витратовимірювальні установки є еталонними засобами точного вимірювання і відтворення об'єму або осереднених витрат газу. Водночас все більшої актуальності набуває питання їх використання як еталонних засобів вимірювання миттєвих витрат газу, які за даними інформаційного пошуку авторів в Україні донині відсутні. Це обґрунтовує потребу їх технічного вдосконалення, так як обмежується розробка нових конструкцій витратомірів газу. Вказані обставини зумовлюють необхідність метрологічного дослідження і кількісної оцінки поряд з основними інформативними інтегральними параметрами (значення контрольного об'єму газу і часу його відтворення) ще й якісних інформативних параметрів (миттєве значення витрати газу, його тиск, температура), а також вивчення спектральних характеристик вказаних параметрів.

З метою реалізації спектрального аналізу проведені експериментальні дослідження стабільності тиску під дзвоном, тиску і витрати повітря на виході установки, а також пульсацій тиску до і після досліджуваного приладу. Для цього використовувалося інформаційно-програмне забезпечення на базі

мікропроцесорних сенсорів фірми “MOTOROLA”, які забезпечували одночасне реєстрування вказаних параметрів. Вимірювання здійснювалися трьома перетворювачами тиску і четвертим перетворювачем перепаду тиску, який під’єднувався до і після досліджуваного приладу або до і після діафрагми, встановленої у вихідному трубопроводі установки. Цифрова обробка результатів досліджень дала можливість обчислити значення дисперсії і спектральні характеристики інформативних параметрів.

Проведений аналіз дозволяє дослідити і математично описати взаємозв’язок між характеристиками витрати і об’єму газу, відтворюваними дзвоновим мірником, та їх значеннями переданими досліджуваному приладу. Розраховані спектральні характеристики сигналів засвідчують доцільність математичного опису вихідного трубопроводу установки як пневматичного фільтра низьких частот з частотою зрізу, яка визначається його конструктивним виконанням. Крім того спектральний аналіз дає можливість виявити фактори і умови виникнення резонансних явищ, які мають місце при метрологічних дослідженнях ротаційних лічильників газу. Отримані результати також відкривають нові можливості щодо поглибленого вивчення і кількісної оцінки динамічних складових похибки дзвонових установок.

Ключові слова: дзвонова установка, тиск, витрата, спектри сигналів.

УДК 681.121.04

РЕАЛІЗАЦІЯ ДАВАЧІВ ПЕРЕМІЩЕННЯ НА ОСНОВІ КВАЗІТРІЙКОВО- МАНІПУЛЬОВАНИХ БІНАРНИХ КОДІВ ГАЛУА ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ОБ’ЄМІВ В ГАЗОМІРНИХ УСТАНОВКАХ

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

Суттєвим фактором, що впливає на величину похибки вимірювання об’єму та об’ємної витрати газу, які відтворюються еталонними установками дзвонового та поршневого типів, є метрологічні та експлуатаційні характеристики пристрою визначення положення мірного елемента.

Представлення параметрів переміщення за допомогою контрольної лінійки традиційно реалізують на основі унітарного базису з використанням оптичних, магніто-індуктивних тощо перетворювачів. При використанні базису кодів Галуа з квазітрійковою маніпуляцією забезпечується формування вихідних вимірювальних імпульсів у вигляді трохпозиційного кодового сигналу, основним показником метрологічних характеристик якого, як і в унітарних системах є дискретність вимірювальних імпульсів [1].

Неточність перетворення положення мірного елемента тут практично відсутня, оскільки квазітрійкова маніпуляція забезпечує ефективну бітову синхронізацію, а рекурентні властивості кодової послідовності дозволяють ефективно відтворювати дані при втраті до 30% сигналів інформаційної посилки. Така властивість дозволяє точно зіставити умовні перерізи дзвонового мірника з відповідними позиціями мірної шкали лінійки. Проте реалізація таких

чутливих елементів ускладнюється унікальним розташуванням кодів послідовності та їх рознесенням в площині, що не дозволяє використати матрицю та ускладнює позиціонування ріжучого засобу при виготовленні відповідних отворів.

Використання бінарного представлення кодів дозволяє змінити трьохпозиційний давач на двохпозиційний і при збереженні квазітрійкової маніпуляції зменшити на третину кількість необхідних отворів.

Отже застосування квазітрійково-маніпульованих бінарних кодів поля Галуа для представлення параметрів переміщення мірного елемента в еталонних установках забезпечує підвищення точності відтворення об'єму та об'ємної витрати за рахунок відсутності похибки перетворення реалізованого давача. Використання рекурентних властивостей кодів та їх квазітрійкової маніпуляції забезпечує точне визначення величини зміщення мірного елемента відносно початку відліку, а бінарне представлення дозволяє на 30% знизити вартість виготовлення такого чутливого елемента.

Ключові слова: коди Галуа, квазітрійкова маніпуляція, давач.

УДК 621.128

СУЧАСНИЙ СТАН ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КВАРТИРНОГО ОБЛІКУ ВЕЛИЧИНИ СПОЖИВАННЯ ВОДИ В МІСТІ КИЄВІ

Бойко С.Г., Цимбал С.М., Бойко Т.С., ПП “Водолій”, м. Київ, Україна

В зв'язку з необхідністю виконання постанови Кабінету Міністрів України від 27.11.1995 р. № 947 „Про програму оснащення наявного житлового фонду засобами обліку та регулювання споживання води і теплової енергії на 1996-2000 роки” та відповідного розпорядження Київської міської державної адміністрації від 02.02.1996 р. № 125 по м. Києву розпочато інтенсивне впровадження засобів обліку води не тільки по житловому фонду, а також по закладах освіти, медицини, адміністративних та промислових установах. Враховуючи актуальність проблеми та невисокий платіжоспроможний рівень населення, поряд з будинковим, впроваджується квартирний облік величини споживання води.

Аналіз статистичної інформації свідчить, що квартирними лічильниками води на сьогоднішній день обладнано менше 50% житлового фонду міста Києва, а затрати на встановлення обладнання обліку води повертаються вже через 0,5-1 рік та приносять значну економію для споживачів. З огляду на зазначені обставини можна із впевненістю стверджувати, що дана тенденція буде зберігатись і надалі. В зв'язку із зазначеним слід зауважити в даних умовах зростання кількості користувачів засобами обліку, актуальним є питання організації поінформованості та контролю проведення періодичної перевірки засобів квартирної обліку величини споживання води. Так, наприклад, більшість населення ще не знає про нові зміни до Закону України

«Про метрологію та метрологічну діяльність», згідно яких починаючи з 01.01.2005 р. міжповірочний інтервал для засобів квартирного обліку води складає три роки та багато іншої необхідної інформації.

На IV міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми обліку теплоти та води в Україні”, (15-17 червня 2004 р., м. Київ) обговорювались шляхи вирішення цієї проблеми, а саме, за рахунок створення мережі сервісних центрів з ремонту та перевірки побутових приладів обліку води на базі спеціалізованих підприємств, зокрема наводився досвід роботи сервісного центру СП „Водолій”, який був створений в 2002 році та продовжує функціонувати в даний час. За 2004 рік сервісним центром проліто та відремонтовано 2399 лічильників Ду 15 мм. З них КВ 1,5 – 50%, ЕТК –U; ЕТW – U -30 % та 20 % інші типи. Переважна більшість лічильників 1995-2001 років випуску. Із загальної кількості близько 50% лічильників потребували регулювання або ремонту. Досвід СП „Водолій” показує, що лічильники, які використовуються для обліку гарячої води після 5-6 років експлуатації потребують обов’язкової заміни гумових ущільнень. Нерідко, якщо згадана заміна не проводилася, лічильники після перевірки та вводу в експлуатацію протікали через пошкоджені ущільнення.

Для лічильників марки КВ -1,5, СК –1,5 характерною несправністю є запотівання лічильного механізму внаслідок тріщини ущільнюючої плати, яка відокремлює лічильний механізм від води, і причина цього не тільки у якості води, яка не завжди відповідає вимогам ГОСТ 2874-82, а також в якості матеріалу, з якого виготовлена відповідна деталь, оскільки у інших лічильників вищезгадані проблеми не спостерігаються.

Досвід СП „Водолій” підтверджує думку учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції „Проблеми обліку теплоти та води в Україні” про необхідність створення Сервісних центрів на базі аналогічних підприємств. Метою таких сервісних центрів є надання не тільки послуг, а й інформаційного забезпечення з метою технічної та правової просвіти населення.

Ключові слова: лічильники, перевірка, сервіс.

УДК 681.121.089

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ РУХОМИХ РІДИННИХ КОМПЕНСАТОРІВ ЕТАЛОННИХ УСТАНОВОК ОБЛІКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

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

При повірці витратомірів та лічильників газу широке застосування отримали еталонні дзвонові витратовимірювальні установки (ДВУ). Тому питання точного відтворення одиниці об’єму еталонними ДВУ відзначається актуальністю, оскільки їх точність безпосередньо впливає на метрологічні характеристики досліджуваних витратомірів та лічильників газу.

Правильне функціонування ДВУ неможливе без забезпечення постійного тиску під дзвоном, що перш за все вимагає компенсації виштовхувальної сили, яка діє на дзвін при його зануренні в рідину. Одним із нових технічних рішень компенсації цієї сили є ДВУ з рухомих рідинних компенсатором, який відзначається простотою конструкції та надійністю експлуатації.

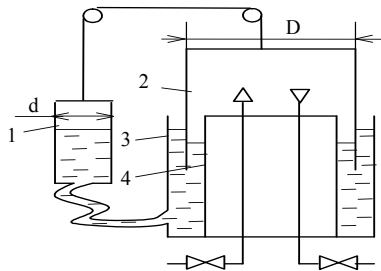


Рисунок 1-Дзвонова випробувальна установка з рухомих рідинним компенсатором

Метою роботи є проектування нових конструкцій рідинних компенсаторів і зокрема визначення їх геометричних розмірів в залежності від конструкційних параметрів ДВУ.

Розрахунок внутрішнього діаметра поперечного перерізу посудини рухомого рідинного компенсатора здійснюється виходячи з наступних двох умов (рис.1):

- 1)рівності приросту об'єму зануреної частини дзвона 2 з приростом об'єму підняття рівня рідини у кільцевих резервуарах 3,4 і компенсаторі 1;
- 2)рівноваги ваги дзвона і ваги компенсуючої посудини.

Математичне подання цих умов дає можливість отримати вираз:

$$d = 2\sqrt{\frac{l(D-l)(2\delta+l)}{2\delta-3l}} \quad (1)$$

де d – внутрішній діаметр поперечного перерізу посудини рідинного компенсатора; D – зовнішній діаметр поперечного перерізу дзвона; l – товщина стінки дзвона; δ – відстань між дзвоном та стінками резервуарів.

В роботі проведено математичне моделювання конструкційних параметрів рідинного компенсатора, за результатами якого отримана графічна ілюстрація результатів проектування.

Ключові слова: дзвонова витратовимірювальна установка, рідинний компенсатор, виштовхувальна сила.

УДК 621.129

АЛГОРИТМ КОНТРОЛЮ СТРУКТУРИ ГАЗОРІДИННОГО ПОТОКУ У СВЕРДЛОВИНАХ ПРИ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННІ

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

Відображення структури та вимірювання витрати двофазових потоків за останні п'ятнадцять-двадцять років привертають все більшу увагу дослідників в зв'язку з тим, що вказані потоки є основним робочим тілом в енергетичних установках, апаратах хімічної технології, при нафтогазовидобутку.

Пропонується для контролю структури та ідентифікації типу газорідинного потоку використати як інформаційні сигнали гідродинамічні пульсації тиску,

які генеруються в двофазовому потоці в процесі його руху при різних співвідношеннях фаз. Датчики пульсацій тиску встановлюються в тіло трубної вставки трубопроводу з контрольованим потоком в площині його поперечного перерізу по колу, таким чином, що не спотворюють рельєф течії потоку і не створюють гідравлічних втрат в потоці. Пульсації тиску є випадковим процесом і для їх опису необхідно використовувати характеристики відомі з теорії випадкових функцій. Нагальним постає питання забезпечення стаціонарності вимірювань. Враховуючи що в двофазовому потоці при зміні співвідношення фаз характер потоку суттєво змінюється, інтервал стаціонарності також буде функцією режиму течії. Для вирішення вказаної проблеми пропонується використання вейвлет-перетворення вхідного інформаційного сигналу від кожного з давачів пульсацій тиску, яке забезпечує частотно-часове подання сигналів. Тобто образом потоку за період реалізації інформаційного сигналу при контролі в режимі реального часу є двовимірною залежністю значення вейвлет перетворення сигналу від параметрів масштабу та часового зсуву.

Отримані вектори вейвлет-коефіцієнтів використовуються як вхідні дані при розробці та навчанні штучної нейронної мережі, яка реалізується тим же ЦСП, яким здійснюється і вейвлет-перетворення. Поєднання вейвлет-перетворення з нейронною мережею із архітектурою зворотного поширення дозволило ввести новий термін “wavenet”. Алгоритми wavenet містять два процеси: само розбудова мереж та мінімізація похибки. В першому процесі визначається використовувана мережева структура використовуючи вейвлет аналіз. Мережа поступово відновлює сховані вузли для ефективного і повного покриття частотно-часового регіону зайнятого даним набором реалізацій інформаційних сигналів. Одночасно мережеві параметри адаптуються для того щоб зберегти мережеву топологію і скористатись перевагами подальшого процесу. В другому процесі мінімізуються апроксимації текучих значень похибок, використовуючи адаптаційні методи, що базуються на алгоритмах мінімуму суми квадратів відхилень (LMS). Параметри ініціалізованої мережі адаптуються використовуючи метод градієнтного найшвидшого спуску (steepest gradient-descent method) мінімізації. Кожен схований вузол має квадратне вікно в часо-частотному поданні.

Запропоновано алгоритм контролю структури газорідного потоку та пристрій для його реалізації.

Ключові слова: двофазні потоки, вейвлети, нейронні мережі.

УДК 681.121

АКТУАЛЬНІСТЬ І ПРОБЛЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ БАГАТОФАЗНИХ ПОТОКІВ

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

В період експлуатації газових і нафтових родовищ характеристики продуктивних пластів змінюються як і характеристики родовищ в цілому. Ці зміни контролюються технологічними і геологічними службами, які, згідно регламенту, встановлюють оптимальний режим експлуатації свердловин.

Оперативною інформацією для прийняття рішень є наземні параметри – тиск і температура газу на виході свердловини, а також покомпонентна витрата газу, рідини і абразивних твердих включень в потоці її продукції. Інформація про ці параметри відповідно з регламентом розробки служить підставою для прийняття управлінських рішень щодо роботи як окремих свердловин, так і куша в цілому. При цьому досягаються наступні важливі цілі ефективної розробки родовищ: забезпечення ефективної і надійної роботи свердловин за рахунок оптимального управління; своєчасне виявлення і ліквідація відхилень від заданого режиму; попередження аварійних ситуацій з метою технічної і екологічної безпеки.

Реалізація цих цілей можлива лише при наявності достатньої інформації, головна складова якої – вимірювання витрати багатofазного потоку продукції з свердловини і знання концентрації компонентів нафто-газової продукції, яка видобувається на даній свердловині, а також важливим є можливість отримання візуального зображення потоку в будь-який момент часу. Ця науково-технічна задача немає поки що ні теоретичного, ні технічного рішення. Точність і інваріантність методу вимірювання витрати багатofазного потоку забезпечує новий підхід – використання методів реконструктивної томографії.

На сучасному етапі контроль режимів роботи газоконденсатних і нафтових свердловин здійснюється з використанням громіздких, металоємких замірних сепараційних установок, контроль газових свердловин – за результатами спеціальних газодинамічних досліджень, які потребують виконання великого об'єму робіт і супроводжуються втратами продукції і викидами газу в атмосферу.

В цілому традиційні методи і засоби контролю за оперативністю і достовірністю результатів не відповідають сучасним потребам галузі. Це спричиняє прийняття суб'єктивних, не оптимальних управлінських рішень, що призводить до передчасного обводнення, руйнування призабійної зони, абразивному зносу обладнання. Запропоноване технічне рішення дозволяє уникнути вказаних недоліків.

Ключові слова: багатofазні потоки, реконструктивна томографія, вимірювання витрати.

УДК 681.121

НОВЫЕ СРЕДСТВА ДИСТАНЦИОННОГО СЪЕМА ПОКАЗАНИЙ СО СЧЕТЧИКОВ ВОДЫ И ТЕПЛА

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

Международная группа Sensus Metering Systems (SMS) является одним из ведущих мировых производителей приборов учета воды и тепла, а также системного оборудования, обеспечивающего дистанционный съём и передачу показаний с последующей их обработкой, анализом, использованием в технологических процессах и коммерческих расчетах. Более чем столетний опыт работы в данной области не мог не отразиться на качестве, конструктивных особенностях и метрологических характеристиках счетчиков воды, которые производятся на заводах, вошедших в группу Sensus.

К отличительным особенностям счетчиков воды Sensus можно отнести: класс точности измерения «В», «С»; герметичный счетный механизм (класс защиты IP68) и возможность его вращения вокруг собственной оси на 355°; наличие импульсного выхода.

С увеличением количества установленных счетчиков воды и тепла в жилых домах и квартирах нашей страны перед поставщиками воды остро встала проблема оперативного снятия показаний со счетчиков, а также контроля их состояния.

Одним из перспективных вариантов решения является новая разработка группы Sensus – система SensusBase.

Система предназначена для дистанционного съёма показаний со счетчиков воды и тепла и представляет собой набор модулей, оснащенных радиопередатчиками малой мощности. Типичная схема системы имеет вид: квартирный счетчик воды с установленным на нем радиомодулем, который шесть в раз сутки передает информацию о текущих показаниях счетчика; сетевой узел, устанавливаемый в коридоре (на лестничной площадке), получающий и накапливающий показания со счетчиков в пределах двух-трех этажей, причем все сетевые узлы обмениваются данными друг с другом.

Таким образом, подключившись с помощью ПК к любому из сетевых узлов, можно получить показания любого счетчика в доме. Максимальное количество узлов – 12, общее количество опрашиваемых счетчиков – 500. При замене одного из узлов проводным шлюзом общее количество счетчиков может достигать 2000 штук.

Применение подобной системы позволит во много раз упростить и ускорить процесс снятия показаний и последующей выписки счетов за потребленный энергоноситель, а также полностью избежать регулярного беспокойства жильцов визитами инспекторами.

Ключевые слова: дистанционный съём показаний, SensusBase, радиосъём показаний, счетчики воды и тепла Sensus.

УДК 681.335

СИСТЕМА ОБЛІКУ ТА КОНТРОЛЮ КОМУНАЛЬНИХ ПОСЛУГ, ЯКОЮ ВОНА ПОВИННА БУТИ В РИНКОВИХ УМОВАХ

*Багацький В.О., Красноруцька Н.М., Тишковська Л.Л., Багацький О.В.
Інститут кібернетики НАНУ, м. Київ, Україна*

Існуюча в Україні система складається з окремих підсистем обліку відповідних послуг, які умовно можливо розділити на типи: абонентська, лічильникові, централізована комп'ютерна.

Теперішня політика держави є в переведенні галузі комунальних послуг в сферу ринкових відносин. За державою залишається функція регулювання ринку, для чого в юридичному плані створюються відповідні закони та нормативні матеріали, наприклад, “Правила використання електричної енергії”, “Правила надання населенню послуг з водо-, теплопостачання та водовідводу”.

Ринкові відносини мають існувати між виробником та споживачем, споживач повинен сплачувати виробникові за використані послуги відповідно до їх кількості та якості. Інтереси двох сторін часто не співпадають.

Розробка технічних засобів обліку та контролю комунальних послуг виконується в Україні на захист інтересів виробника в напрямку створення централізованих комп'ютерних систем виробника та введення попередньої оплати. Попередня оплата послуг зводиться до короткотермінового кредитування виробника, а досвід спілкування з централізованими системами телефонного зв'язку доводить, що за ними необхідний постійний контроль споживача, як з точки зору виявлення системних помилок, так і ціле-спрямованого перекидання на рахунок сплати за розмови інших абонентів.

Споживач не має в своєму розпорядженні технічних засобів для визначення якості послуг, що робить декларативною його можливість платити за послуги відповідно їх якості та захищати свої права у судовому порядку.

Кількість використаних послуг – це одне число за місяць. Якісні показники кожен день або навіть годину різні, тому їх необхідно зберігати в спеціальному архіві для вирахування оплати відповідно якості послуги.

Споживач зацікавлений мати власну систему обліку та контролю комунальних послуг, яка дасть змогу контролювати якість послуг безпосередньо в його квартирі та відповідність реальності рахунків виробника.

Тільки спільне використання централізованих комп'ютерних систем виробників та локальної системи споживача дозволить досягнути балансу інтересів сторін, що необхідно для стійкості ринкових відносин.

Ключові слова: комунальні послуги, система обліку та контролю, виробник, споживач.

УДК 535.826.001.24

ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЬЦЕВОГО СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕТИТЕЛЯ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

*Кондратенко Д.Ю., Боровицкий В.Н., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

В настоящее время системы машинного зрения используются в промышленности для бесконтактного измерения размеров, формы, цвета и координат объектов. В состав типовой системы машинного зрения входит осветитель, цифровая камера, компьютер для обработки изображений и передачи управляющих сигналов на исполнительные устройства оборудования.

Для освещения поверхности объектов наиболее часто используются кольцевые светодиодные осветители. Преимуществами таких осветителей являются – малое потребление электроэнергии, малые габариты, малая стоимость, отсутствие нагрева и др. От выбора количества и расположения светодиодов в осветителе существенным образом зависит однородность и лучистость, что определяет точность измерения параметров в цифровом изображении.

В данном докладе представлен сравнительный анализ систем освещения и приведена методика оптимизации кольцевого светодиодного осветителя по критерию максимизации однородности освещения и коэффициента полезного действия. Приводятся основные математические выражения, результаты оптимизации и рекомендации по проектированию осветителей.

Ключевые слова: машинное зрение, однородность освещенности, кольцевой светодиодный осветитель, оптимизация.

УДК 535.826.001.24

ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ РЕЗКО ИЗОБРАЖАЕМОГО ПРОСТРАНСТВА В ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЕ.

*Боровицкий В.Н., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Известно, что глубина резко изображаемого пространства (ГРИП) оптической системы проекционного типа ограничена. Это ограничение обусловлено тем, что расфокусировка приводит к появлению волновых aberrаций, которые снижают качество изображения. Чем большее значение имеет цифровая апертура оптической системы, тем меньше ГРИП. Современные методы цифровой обработки изображений позволяют существенно увеличить ГРИП.

Сущность этих методов заключается в следующем:

- в автоматическом режиме считывается последовательность цифровых изображений при различных расфокусировках; при этом диапазон перемещения выбирается таким, чтобы он перекрыл весь перепад по высоте поверхности наблюдаемого образца в поле зрения;

- рассчитывается показатель фокусировки для каждого пиксела. Этот показатель рассчитывается либо как статистический параметр, который характеризует разброс амплитуд в окрестности пиксела. Либо он рассчитывается как результат высокочастотной пространственной фильтрации, которая позволяет выделить информацию о перепаде (градиенте) амплитуд в окрестности пиксела. Расчет показателя фокусировки проводится для всех пикселов всех цифровых изображений;

- результирующее изображение формируется путем выбора из пикселов с одинаковыми индексами пиксела с самым высоким показателем фокусировки.

В докладе представлен сравнительный анализ известных цифровых методов увеличения ГРИП. А также проведено исследование влияния основных элементов оптико-электронной системы, таких как оптическая система, матричное фотоприемное устройство, цифровой фильтр, блок восстановления изображения на величину обобщенного отношения сигнал/шум при вычислении показателя фокусировки.

Ключевые слова: оптико-электронная система, фокусировка, цифровой фильтр, пространственная частота, передаточная функция.

УДК 535.826.001.24

СИНТЕЗ ТЕЛЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

*Кондратенко Д.Ю., Боровицкий В.Н., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

В настоящее время системы машинного зрения используются в промышленности для бесконтактного измерения размеров, формы, цвета и координат объектов. В состав типовой системы машинного зрения входит осветитель, цифровая камера, компьютер для обработки изображений и передачи управляющих сигналов на исполнительные устройства оборудования.

Телецентрическое формирование изображения основано на принципе параллельной проекции. В этом случае центр перспективы находится в бесконечности (точно как идеальное представление технических чертежей). Это означает, что объекты одинакового размера расположенные на разных расстояниях от объектива будут одинакового размера и в изображении. Такие объективы широко используются в системах машинного зрения для измерения разнообразных объектов.

В данном докладе рассмотрены преимущества и недостатки телецентрических объективов по сравнению с обычными, а также приводится

методика синтезу анастигматического телецентрического объектива для систем машинного зрения (для работы в монохроматическом и белом свете). А также представлен пример расчета объектива и графики полученных аберраций.

Ключевые слова: машинное зрение, телецентричность, телецентрический объектив, аберрации.

УДК 535.826.001.24

КОМПЛЕКСАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ ОГЛЯДУ ПРОСТОРУ

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

В оптико-електронному проектуванні значні сили спрямовані на створення універсальної, всепогодної системи огляду простору. Так, очевидно, що при відсутності можливості створення універсальної всепогодної системи огляду простору в її якості можна використовувати багатоканальну систему, об'єднавши в ній:

- низькорівневу телевізійну камеру (НРТК);
- прилад нічного бачення (ПНБ);
- тепловізійний прилад (ТПВП).

До такої системи не зайвим є включення допоміжних вимірювальних приладів, таких як далекомір та ряду інших.

При проектуванні багатоканальних оптико-електронних систем виникає задача створення алгоритмів та методів виводу комплексованого зображення, створюваного кожним каналом системи, на дисплей чи інший відеооглядовий пристрій. Вирішення задачі викликає ряд ускладнень у зв'язку з тим, що комплексування зображень має здійснюватися на основі сприйняття візуальної інформації оператором, тобто оком людини. Виходячи з цього існує необхідність детального розгляду візуальної інформації, на основі якого проводиться аналіз і виявляються значимі признаки зображень. Виділяються вагомі складові зображень кожного з каналів на основі спостереження оператором та виходячи з його цілей; складові, які несуть найбільш повну інформативність про об'єкт спостереження.

В докладі представлено аналіз зображень від ОЕП, включених до багатоканальної оглядової системи, виділено значимі признаки кожного з них та приведено рекомендації щодо комплексації зображень з різних каналів.

Ключеві слова: багатоканальна система, всепогодня система огляду простору, комплектація зображень, рекомендації.