

СЕКЦІЯ 8

ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ ОБЛІКУ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ

ОБРАЩЕНИЕ

К РАЗРАБОТЧИКАМ И ПРОИЗВОДИТЕЛЯМ СРЕДСТВ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА
ТЕПЛА, ОРГАНИЗАЦИЯМ И СПЕЦИАЛИСТАМ, ЗАНИМАЮЩИМСЯ ЭТОЙ
ТЕМАТИКОЙ

Уважаемые коллеги!

3 декабря 2003 года руководители ряда фирм – производителей приборов учета воды и тепла (ООО «Водоучет», СПб; «Днепр», Москва; ЗАО «Компания ВЕРЛЕ», Москва; ООО ЭЛНТ «Немтех», Москва; ЗАО «ПромСервис», Димитровград; НПО «Промприбор», Калуга; «Тепловодомер», Мытищи; ЗАО «Теплоком», СПб) – обсудили ситуацию, складывающуюся в России с разработкой, производством и внедрением средств коммерческого учета тепла и сочли целесообразным создание в рамках АВОК комитета по коммерческому учету тепла. До формирования комитета и его руководящих органов координатором в данном вопросе поручено быть ЗАО «Теплоком». Президиум НП «АВОК» поддержал решение этого совещания.

В связи с этим предполагается провести 20-22 апреля 2004 г. в Санкт-Петербурге (в дни проведения международной конференции «Коммерческий учет энергоносителей») организационное собрание комитета.

Мы хотели бы видеть в составе данного комитета и представителей фирм – производителей приборов учета энергоресурсов из Украины, Беларуси и других стран.

Более подробную информацию о целях и задачах комитета по коммерческому учету тепла можно найти на сайте «Теплопункт» (www.teplopunkt.ru). Вопросы, предложения, пожелания и т.п. принимаются также на «Теплопункте» - teplopunkt@teplopunkt.ru (Анисимов Дмитрий Леонидович), а также в ЗАО «Теплоком» - тел/факс (812) 103-72-13, 327-12-93, e-mail: kru-mer@teplocom.spb.ru (Крумер Роман Григорьевич).

УДК 681.121

ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГОНОСІЇВ

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

Однією з основних проблем сьогодення є збереження енергетичних ресурсів та підвищення ефективності використання енергії.

Рціональне використання енергетичних ресурсів не можливе без створення ефективних систем вимірювання витрат енергоносіїв.

На сьогоднішній день в Україні існує багато проблем, пов'язаних із створенням таких систем. При побудові сучасних систем вимірювання, управління і керування процесами збереження енергоресурсів необхідно враховувати такі вимоги до них:

- мінімізація витрачання енергетичних ресурсів самими цими системами;
- функціональна розвиненість, включаючи телеуправління;
- висока надійність і низькі експлуатаційні витрати;
- швидка адаптація до змін у системі енергопостачання;
- наявність гнучкого програмного забезпечення із можливостями нарощення функцій;
- забезпечення багатофункціонального контролю параметрів енергоносіїв;
- забезпечення багатофункціонального регулювання об'єктом енергоспоживання з метою ефективного використання енергоносіїв.

Мінімальна конфігурація системи ефективного обліку енергоносіїв, повинна включати в себе прилади та системи вимірювання витрат енергоносіїв та інших механічних величин, які найбільш повно характеризують процес використання енергетичних ресурсів. Такі прилади і системи повинні мати імпульсні телеметричні виходи для їх об'єднання у локальну інформаційну мережу. Використовуючи сучасні телекомунікаційні та інформаційні технології створюються диспетчерські пункти різних рівнів, де виробляється стратегія оптимального використання енергетичних ресурсів з високою ефективністю.

Дана робота присвячена аналізу проведених досліджень із розробки сучасних приладів і систем вимірювання витрат енергетичних ресурсів із врахуванням вище наведених вимог. Особлива увага направлена робкам систем синтезу вимірювачів витрат енергоносіїв із оптимальними метрологічними характеристиками.

Впровадження подібних систем є ефективним інструментом для аналізу роботи систем енергопостачання і енергоспоживання, створення сучасних приладів, що забезпечить реальну економію і збереження енергетичних ресурсів.

Ключові слова: енергоносії, вимірювання, ефективність, енергоефективні системи.

УДК 621.317

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ УЧЁТА

Данилов А.А., ФГУ «Пензенский ЦСМ», г. Пенза, Россия

Вопросы метрологического обеспечения (МО) средств измерений с каждым днём приобретают всё большую актуальность, но наиболее остро эти вопросы встают при МО измерительных систем в целом и систем учёта в частности. Колоссальная сложность МО систем учёта (и регулирования!) заключается в том, что у пользователей, стремящихся к постоянному улучшению, ежедневно (и ежечасно!) возникают желания возложить на системы учёта всё новые и новые функции, что приводит к постоянной непрекращающейся модернизации. Это приводит к открытости структуры системы учёта как в части количества и номенклатуры измеряемых величин и измерительных каналов, так и в части внесения изменений в программное обеспечение. При этом не следует забывать: компоненты системы учёта могут находиться в существенно отличающихся условиях эксплуатации, что, несомненно, вызывает огромные трудности как при нормировании метрологических характеристик системы, так и при подтверждении их соответствия установленным нормам. И это всё при том, что многие системы учёта не допускают не только демонтажа большинства компонентов для проведения поверки в нормальных условиях, но даже временной остановки части ИК ИС для проведения их технического обслуживания!

В докладе рассматриваются следующие задачи МО систем учёта и методы их решения:

- разграничение измерительных и вычислительных функций в составе систем учёта и управления (регулирования);
- нормирование метрологических характеристик измерительных каналов (реализующих как прямые, так и косвенные измерения) систем учёта;
- порядок проведения и особенности метрологической экспертизы технической документации на системы учёта;
- методы подтверждения соответствия метрологических характеристик измерительных каналов систем учёта установленным нормам (в том числе и в условиях, отличающихся от нормальных);
- аттестация программного обеспечения систем учёта;
- назначение и корректировка межповерочных интервалов;
- страхование результатов поверки на определённый интервал времени;
- методы проверки защиты от несанкционированного доступа к результатам измерений, регулировкам, базам данных и программному обеспечению.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, системы учёта.

УДК681.121

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИННИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ЇХ ВИТРАТ

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

В умовах економічного розвитку та виходу України на міжнародний ринок паливно–енергетичних ресурсів спостерігається зростання дефіциту і вартості енергоносіїв. Одним із шляхів подолання енергетичної кризи є збереження енергоносіїв завдяки точним вимірюванням їх кількості.

У зв'язку з цим гостро постає питання розробки нових та вдосконалення старих методів і засобів вимірювання витрат енергоносіїв, способів їх зберігання та транспортування.

При виборі раціональних методів вимірювання витрат енергоносіїв виникає проблема оцінки фізичних властивостей вимірювальних середовищ і їхнього впливу на метрологічні та експлуатаційні характеристики приладів і систем вимірювання витрат енергетичних ресурсів.

Розв'язуючи дану проблему в першу чергу доцільно звернути увагу на вплив фізико–хімічних властивостей енергоносіїв на процес їх транспортування.

Вимірювальні потоки енергоносіїв, що рухаються, на своєму шляху долають сили тертя об стінки трубопроводів або каналів та різноманітні місцеві опори, які зустрічаються на шляху руху (крани, засувки, різні повороти потоку та інше), в наслідок чого виникають втрати питомої енергії потоку (втрати на пору).

Гідравлічні розрахунки мають визначати тиск та швидкість потоку енергоносія, втрати тиску на елементах системи, зокрема на приладах і системах вимірювання витрат. Для проведення точних розрахунків необхідно проаналізувати теплофізичні властивості енергоносіїв, що вимірюються чи транспортуються – густину, в'язкість та інше, а при врахуванні зміни їх температури внаслідок теплообміну з оточуючим середовищем – також теплоємність та теплопровідність.

Проведена робота була направлена на дослідження процесів руху вимірювальних потоків рідинних енергоносіїв по трубопроводах різної конфігурації і якості виготовлення. Особлива увага приділялась процесу виникнення вібрації та коливань трубопроводів і оцінці впливу цих факторів на характеристики приладів і систем вимірювання витрат енергетичних носіїв.

Отримані результати використовуються при розробці приладів вимірювання витрат рідинних енергоносіїв із оптимальними характеристиками.

Ключові слова: точність, витратомір, вимірювання.

УДК681.121

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

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

Известно, что результирующая погрешность измерения расхода и массы теплоносителя в узлах учёта тепловой энергии складывается из инструментальной погрешности расходомера и погрешности, обусловленной влиянием пара-

метров потока на точность выполняемых измерений.

Из опыта эксплуатации расходомеров различных типов известно, что в некоторых случаях погрешность измерения расхода и массы теплоносителя является функцией температуры измеряемой среды – чем выше температура, тем больше отрицательная погрешность измерения расхода. Наличие неисключённой функции влияния температуры на погрешность измерения расхода теплоносителя приводит к тому, что измеряемая разность расходов (например, на магистрали, отходящей от источника теплоты, или на тепловом вводе потребителя) становится функцией разности температур в подающем и обратном трубопроводах: чем больше перепад температур, тем значительнее степень занижения результатов учёта теплоносителя и тепловой энергии, отпускаемых (потребляемых) на нужды горячего водоснабжения или расходующихся на компенсацию утечек. Эта зависимость наиболее отчётливо проявляется в узлах учёта, установленных на закрытых тепломагистралях, или у потребителей с независимым присоединением теплотребляющих установок.

В докладе на примере конкретного узла учёта показано, каким образом изменяются результаты измерений разности масс на тепловом вводе закрытой системы теплотребления при отсутствии компенсации влияния температуры теплоносителя на погрешность измерения расхода, и приводится уравнение зависимости погрешности измерения расхода от температуры, полученное на основе измерительной статистики.

При этом отмечается, что в условиях отсутствия горячеводных проливных установок для испытаний расходомеров больших диаметров с целью выявления функции влияния температуры на погрешность измерения расхода необходимо проводить промышленные испытания расходомеров, устанавливая их на входе и выходе теплообменных аппаратов, водогрейных котлов или на выводах закрытых тепломагистралей. Такие испытания позволят экспериментально определить степень влияния температуры на погрешность измерения расхода и выработать механизмы автоматической компенсации этого влияния в случае его наличия.

Ключевые слова: расход теплоносителя, тепловая энергия, погрешность, влияние температуры.

УДК 681.121

ПРОБЛЕМИ ВИБОРУ ТЕПЛОЛІЧИЛЬНИКІВ

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

Метрологічні характеристики теплोलічильників визначаються розрахунковими методами за характеристиками вимірювальних вузлів, з яких складаються: витратомірів, перетворювачів температур та обчислювачів.

У порівнянні з іншими промисловими вимірювальними приладами витратомір, у загальному випадку, має більш низьку точність, вищу вартість, складність в обслуговуванні.

Застосування тих чи інших вимірювачів витрат обмежено вимогами до процесу вимірювання, умовами експлуатації та іншими проблемами. При виборі типу витратоміра споживач має враховувати багато факторів. Ці фактори взаємно незалежні і часто суперечать один одному але, як і при вирішенні багатьох інженерних задач, компроміси мають бути знайдені.

У загальному випадку вплив зовнішніх і внутрішніх умов експлуатації на метрологічні характеристики повинен бути досліджений і перевірений. До таких умов можуть бути віднесені ерозія чи корозія матеріалів, тверді чи рідинні домішки у вимірювальному середовищі, що часто призводить до різкої зміни густини, температури, в'язкості та тиску потоку.

При оцінці та виборі теплोलічильників необхідно звертати увагу не тільки на початкову вартість та вартість обслуговування, але й на величини витрат при їх експлуатації (експлуатаційну вартість).

Швидкісні витратоміри (лічильники) застосовуються в основному для вимірювання витрат у трубопроводах середніх діаметрів. Вони легко монтуються, прості в експлуатації, але зазвичай їх досить складно відкалібрувати при повірці.

Витратоміри, які базуються на об'ємному методі вимірювання, мають досить високі метрологічні характеристики, зносостійкість, але зміни температури і тиску досить відчутно впливають на їх точнісні характеристики.

В електромагнітних вимірювачах витрат показання не залежать від густини, в'язкості та температури вимірювального середовища, але воно повинно бути електропровідним.

Ультразвукові витратоміри дуже чутливі до профілів формування швидкості у потоці та до наявності в ньому повітря. Хоча необхідно відзначити, що за незмінних умов експлуатації метрологічні характеристики ультразвукових витратомірів залишаються на високому рівні.

Метод вимірювання, який покладено в основу вихрових витратомірів, додатково вимагає застосування спеціальних пристроїв компенсації в'язкості, температури, тощо.

Аналіз метрологічних та експлуатаційних характеристик надасть можливість вибрати необхідний споживачу тип теплोलічильника.

Ключові слова: теплोलічильник, витратомір, проблеми вибору.

УДК 681.121

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОБЛІКУ ГАРЯЧОЇ ВОДИ

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

Останнім часом в Україні все більшого розповсюдження набувають побутові лічильники комерційного обліку як холодної, так і гарячої води. Комерційний облік гарячої води дуже часто викликає незадоволення споживачів, оскільки розрахунок за споживання не залежить від температури спожитої води. Гостро виникає проблема диференціації оплати за споживання гарячої води в залежності від її температури.

Вирішення цієї проблеми можливо застосуванням індивідуальних теплових пунктів (ІТП), газових колонок або електричних водонагрівачів та застосуванням так званих „розумних” лічильників.

Застосування ІТП почало поширюватись тільки в останні декілька років, але виключно у великих індустріальних центрах країни (Київ, Харків, Донецьк, Миколаїв та ін.). Це дозволяє вирішити проблему перебоїв у постачанні гарячої води особливо у нових будівлях. У старих будинках необхідна реконструкція теплових пунктів.

Більш ефективним є застосування газових колонок або електричних водонагрівачів, коли ведеться облік тільки холодної води та газу або електричної енергії, які поступають до споживачів стабільніше.

Що стосується „розумних” лічильників, то існує декілька варіантів лічильників, які у випадку, коли температура теплоносія нижча за нормовану, не пропускають рідину до споживача, або перестають вести облік теплоносія. Але, потрібно сказати, що можлива низка проблем, пов'язаних із застосуванням цих методів.

Для вдосконалення системи обліку гарячої води розроблено спеціальний лічильник, який здійснює облік води за різними тарифами в залежності від її температури. Отже споживач сплачує не тільки за кількість води, спожитої із трубопроводу гарячого постачання, але і за її якість.

Застосування розробленого водолічильника призведе до розрахунків за спожиті енергоносії в залежності від рівня їх підготовки і спонукатиме водопостачальні організації здійснювати заходи, спрямовані на надання населенню більш якісних послуг.

Ключові слова: облік, гаряче водопостачання, лічильник гарячої води, новий метод.

УДК 681.121

РОЗРОБКА ВИТРАТОВИМІРЮВАЧІВ ІЗ ЗВУЖУЮЧИМИ ПРИСТОЯМИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОЗМІННИХ ВИТРАТ

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

У багатьох технічних процесах таких сфер, як двигунобудування, медицина, фармакологія, приладобудування та інших, останнім часом зросла необхідність

у вимірюванні витрат швидкозмінних потоків.

Широкого розповсюдження в різних галузях промисловості і при наукових дослідженнях здобули вимірювальні перетворювачі витрат (ВПВ) із звужуючими пристроями (ЗП). Проте до теперішнього часу ВПВ із ЗП не знайшли застосування для вимірювання високодинамічних витрат. Це, в першу чергу, обумовлюється інерційністю диференційних вимірювальних перетворювачів тиску, які використовуються у ВПВ із ЗП.

Авторами були проведені різноманітні дослідження з метою створення оригінальної конструкції ВПВ із ЗП, яка забезпечила б вимірювання витрат як сталих так і швидкозмінних потоків у трубопроводах із різними діаметрами, в тому числі менших $50 \cdot 10^{-3}$ м. Було проаналізовано декілька варіантів конструкцій ВПВ з метою забезпечення: високих динамічних характеристик, мінімальної довжини каналів подачі тиску до мембранних камер, мінімального об'єму компенсаційної камери, надійної герметичності з'єднань, технологічності складання, зручності експлуатації та сервісного обслуговування.

За результатами цих досліджень було розроблено декілька конструкцій ВПВ із ЗП для вимірювання витрат як технічних, так і харчових рідин з високими метрологічними характеристиками.

Результати досліджень макетних зразків розроблених конструкцій показали:

1. ВПВ із ЗП можуть використовуватися для вимірювання витрат як сталих, так і не сталих потоків із високими метрологічними характеристиками. Середнє квадратичне відхилення від максимального значення вимірювального сигналу не перевищує 1%.

2. Результати проведених досліджень дають можливість розробити конструкторську документацію на ВПВ із ЗП для вимірювання витрат як сталих, так і не сталих потоків різних середовищ і можуть бути впроваджені у серійне виробництво для подальшого застосування у різних галузях господарства.

Ключові слова: витрата, вимірювальні перетворювачі, швидкозмінні потоки.

УДК 681.121.42

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ СТЕНОК ТРУБОПРОВОДА НА ПОКАЗАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ

Гришанова И.А., Коробко И.В., Научно-исследовательский центр «Приборы и системы энергосбережения» Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина

На сегодняшний день для Украины большое значение имеет организация эффективного учета энергетических ресурсов, что является одной из главных задач энергосбережения. Одними из наиболее распространенных приборов измерения расхода энергоносителей являются ультразвуковые первичные измерительные преобразователи.

Известно, что показания ультразвуковых расходомеров зависят от изменений профиля течения в трубопроводе, которые могут быть вызваны наличием шероховатостей и других неровностей внутренних стенок трубопровода. Этому способствует коррозия, абразивные частицы в жидкости и т.д.

Влияние несимметричности потока на показания ультразвуковых расходомеров неоднократно обсуждалось в литературе, однако практически не оговаривались вопросы, связанные с оценкой влияния неровностей стенок трубопроводов на метрологические характеристики упомянутых средств измерения.

Для решения вышеупомянутых вопросов проведены комплексные исследования, направленные на выявление зависимости метрологических характеристик ультразвуковых преобразователей расхода от параметров измеряемого потока и качества системы его транспортировки.

Теоретические исследования данной проблемы базируются на разработке модели профиля течения в трубе, которая описывает тонкий пристеночный слой жидкости, где наблюдается вязкое течение, слой турбулентного потока, где применим логарифмический закон, и ядро потока, в котором также наблюдается турбулентное течение.

Также была разработана модель самого ультразвукового преобразователя расхода, описывающая прохождение луча от датчика к приемнику с учетом модели профиля течения. Модель состоит из сетки с 40 радиальными сечениями, сделанными вдоль радиуса трубы.

Результаты теоретических исследований адекватны результатам, полученным при проведении экспериментальных исследований (в лабораторных условиях).

Были установлены значительные изменения профиля течения потока при увеличении шероховатости стенок трубы (R_a) от 4 до 20 мкм.

Выявлено, что позиционирование ультразвукового сигнала существенно влияет на метрологические характеристики прибора. По результатам исследований найдена такая траектория ультразвукового сигнала, при которой показания расходомеров будут наименее чувствительны к изменению профиля течения.

Ключевые слова: ультразвуковой расходомер, шероховатость поверхности, течение, профиль распределения скоростей.

УДК 681.121

ПОКРАЩЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБІННИХ ВИМІРЮВАЧІВ ВИТРАТ

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

Поряд з високодинамічним розвитком сучасних та перспективних методів вимірювання витрат та приладів на їх основі, турбінні вимірювачі витрат та кількості енергоносіїв, як і раніше, мають широке розповсюдження.

Завдяки високим динамічним характеристикам турбінних первинних перетворювачів витрат (ППВ) та можливості поєднання їх із вторинними перетворювачами, побудованими на сучасній елементній базі, такі прилади є конкурентоспроможними із електромагнітними, ультразвуковими вихровими та іншими приладами вимірювання витрат. Істотним недоліком турбінних ППВ, що обмежує галузі їх застосування, є невеликий термін експлуатації через досить тяжкі умови роботи опорних вузлів.

Для покращення метрологічних характеристик турбінних ППВ та подовження терміну їх експлуатації застосовують різні способи розвантаження опорних підшипників та гідродинамічного врівноваження ротора.

Найбільшого навантаження при роботі турбінного ППВ зазнає підшипник, який сприймає осьовий натиск потоку, що спричиняє до підвищення його зношення і погіршення метрологічних характеристик. Тому нерідко застосовують заходи зменшення осьового натиску або навіть повної його компенсації.

Компенсація осьового зусилля зменшує тертя в упорному підшипнику і подовжує термін його експлуатації. Але вона не може повністю запобігти зношенню підшипників, тому розробляються різні варіанти безопорних турбінних перетворювачів, ротори яких гідродинамічно врівноважені.

Гідродинамічне врівноваження базується на створенні в зоні ротора нерівномірного поля статичного тиску так, щоб рівнодіюча сил тиску, які діють на ротор, була спрямована назустріч потоку.

Не дивлячись на розповсюдження турбінних витратомірів та лічильників рідин, конструкції з розвантаженням ротором застосовуються досить рідко, хоча вони можуть використовуватись для широкого діапазону прохідних перерізів трубопроводів. Це викликано насамперед відсутністю фундаментальних теоретичних досліджень роботи таких приладів, направлених на створення системи синтезу сучасних вискоефективних турбінних ППВ з розвантаженням ротором.

На основі проведених досліджень розроблено турбінний ППВ із гідродинамічним розвантаженням ротора, який має покращенні метрологічні характеристики. Процес гідродинамічного врівноваження вузла ротора в осьовому напрямі та напрямі нормального вісі потоку здійснюється завдяки оригінальній формі вимірювальної камери, де створюються сили гідродинамічного врівноваження. Одночасно розв’язується проблема впливу на метрологічні характеристики приладу гідравлічних ударів та різких змін витрат.

Ключові слова: первинний перетворювач витрат, турбінні лічильники рідини, розвантажений ротор, гідродинамічне врівноваження.

УДК 681.121

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВОДОЛІЧИЛЬНИКІВ

¹Головачев П.Г., ²Коробко І.В., Кузьменко П.К., ¹НВП “Техприлад”, ²Науково-дослідний центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного

Нині для обліку споживання теплової енергії на Україні найбільшого поширення здобули теплолічильники, в яких вимірювання витрат енергоносіїв здійснюється тахометричними, електромагнітними або ультразвуковими витратомірами. Науково-виробниче підприємство „Техприлад” м. Київ вже тривалий час займається вирішенням проблем енергозбереження і майже 10 річний досвід проектування, монтажу та сервісного обслуговування дозволяє оцінити експлуатаційні характеристики, визначити переваги та недоліки різних типів теплолічильників, які знайшли застосування на території України. Даний матеріал направлено на висвітлення результатів аналізу використання теплолічильників, які побудовані на базі тахометричних витратомірів, що входять до складу вимірювальних перетворювачів витрат.

Результати експериментальних досліджень дають змогу оцінити вплив негативних факторів на метрологічні характеристики різних типів водолічильників. Як відомо основними факторами, які негативно впливають на метрологічні характеристики турбінних лічильників, є: накопичення феромагнітних частинок на магнітній напівмуфті турбіни, що призводить до зростання тертя об кришку вимірювальної камери; зношення осей, підшипників турбінок та збільшення тертя в черв'ячній парі (в лічильниках з тангенціальною турбіною).

Водолічильники типу Js, BCT, ETX-444 (виробництва PoWoGas S.A та Hydrometer GmbH відповідно) перед повіркою необхідно обов'язково розбирати та очищати елементи лічильника від феромагнітного нальоту, інакше їх практично неможливо відкалібрувати. Отримані результати їх повірки показують, що після експлуатації протягом двох років проходить повірку з першого разу близько 88 %, причому 53 % з них настраюється на калібрувальному стенді, а потребує ремонту близько 12 %.

Аналізуючи результати експлуатації лічильників типу WP та ТП-М (виготовлених з комплектуючих німецьких фірм H.Meinecke і Hydrometer GmbH) можна зробити висновки, що завдяки особливостям своєї конструкції у цих лічильниках практично не накопичувалися феромагнітні частинки і вони легко піддавалися калібруванню без розбирання та очистки. З першого разу із лічильників типу WP повірку пройшло близько 65 %, біля 25 % не потребували ремонту і пройшли повірку після калібровки. Що стосується лічильників ТП-М, то: без калібрування відразу пройшло повірку близько 80 %, а лише 18 % його потребували.

Ключові слова: водолічильник, експлуатаційна надійність.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КУЛЬКОВОГО ВИТРАТОМІРА

Коробко І.В., Дідковська Г.М., Науково-дослідний Центр “Прилади і системи енергозбереження” Національного технічного університету України

Кулькові витратоміри відносяться до тахометричних швидкісних первинних перетворювачів витрат, в яких входною вимірювальною величиною є швидкість потоку (пропорційна витраті), а вихідною величиною є кутова швидкість обертання кульки, яка вимірюється вторинним перетворювачем.

Для дослідження кулькових витратомірів необхідно мати математичну модель їх роботи, яка найбільш точно відображала б усі процеси, що відбуваються у первинному перетворювачі.

В загальному випадку математичну модель первинного вимірювального перетворювача можна записати у вигляді функціональної залежності:

$$\omega_k = F(Q, W_{руш}, F_{в.т.}, F_{тр}, F_m, F_k, F_{відц}, F_t),$$

де Q – витрата рідини;

$W_{руш}$ – рушійна сила потоку, під дією якої кулька рухається;

$F_{в.т.}$ – сила в'язкого тертя;

$F_{тр}$ – сили тертя о внутрішні поверхні корпусу;

F_m – сили, які виникають під дією ефекту Магнуса;

F_k – сила Коріоліса;

$F_{відц}$ – відцентрова сила;

F_t – сила, яка виникає під дією зменшення тиску, завдяки обертальному руху потоку.

Така модель враховує основні параметри первинного перетворювача (діаметр кульки, розміри вимірювальної камери, кут закручення потоку, який створюється струменеспрямляючим апаратом), властивості рідини, властивості матеріалів вимірювальної камери та кульки.

Математична модель кулькового витратоміру представляється системою диференціальних рівнянь, розв'язок яких у сучасному світі інформаційних технологій та можливостей чисельних методів, не є проблемою. А значить при якісному аналізі сил, які діють на кульку, врахуванні усіх факторів впливу на прилад і застосовуючи дану математичну модель можна отримати необхідні для проектування кулькових витратомірів залежності.

Отримана математична модель дозволяє здійснювати комплексні дослідження кулькових витратомірів з метою розробки системи їх синтезу з оптимальними метрологічними характеристиками.

Ключові слова: кульковий витратомір, математична модель.

УДК 681.121

АНАЛІЗ ТАХОМЕТРИЧНИХ КУЛЬКОВИХ ВИТРАТОМІРІВ

Дідковська Г.М., Науково-дослідний Центр “Прилади і системи енергозбереження”

Актуальною проблемою сьогодення є раціональне використання енергоресурсів. Одним із найбільш ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є облік енергоносіїв за допомогою точних і надійних приладів та систем вимірювання витрат енергетичних ресурсів, які найбільш адекватно оцінюють витрату речовини.

Особливо гострою ця проблема є на виробництві, де енергетичні ресурси використовуються великими обсягами. Однією із широко застосовуваних у промисловості рідин є технологічна вода (наприклад, рідина для охолодження реакторів АЕС), до складу якої входять різні домішки, в тому числі механічні, які ще більше ускладнюють і без того непрості умови для роботи вимірювальних приладів. Переважна більшість існуючих витратомірів не можуть ефективно і надійно працювати довгий час за таких складних умов. В той же час висувуються серйозні вимоги як до точності вимірювання промислових рідин так і до технічного ресурсу, простоти конструкції та ін.

Серед великої гами методів і засобів вимірювання витрат вище наведеним вимогам відповідають кулькові тахометричні витратоміри та лічильники. Вихідним сигналом первинного перетворювача таких приладів є швидкість обертання чутливого елемента – кульки навколо вісі, яка співпадає із віссю потоку. Кутова швидкість обертання кульки пропорційна швидкості протікання рідини крізь прилад, а значить і пропорційна її витраті. Обертання кульки створюється дією на неї гідродинамічної сили вимірювального потоку.

До переваг витратомірів із кульковими первинними перетворювачами необхідно віднести: нечутливість до твердих частинок у вимірювальній рідині при їх концентрації до 40 г/л та розмірами частинок до 2 мм при D_u до 50 мм; допустимість вібрацій, ударних навантажень; вимірювання пульсуючих потоків із частотою пульсації до 5 рад/с та амплітудою пульсацій, що змінюється від 0 до максимального значення витрат; вимірювання малих витрат при повному перекриванні чутливим елементом робочого як завгодно малого каналу; можливість виготовлення усіх деталей приладу, що знаходяться в контакті з вимірювальним середовищем, з пластмаси; безконтактний знімання сигналу із первинного вимірювального перетворювача.

Окрім наведених переваг кулькові витратоміри мають такі недоліки: зношення кульки та доріжки кочення; залежність показань вимірювання від в'язкості вимірювального середовища; втрати тиску (енергії потоку) до 50кПа.

Але не дивлячись на ці недоліки, кулькові витратоміри з успіхом використовуються для вимірювання витрат промислових рідин, що забезпечує реальну економію енергетичних ресурсів.

Ключові слова: витрата, кулькові витратоміри.

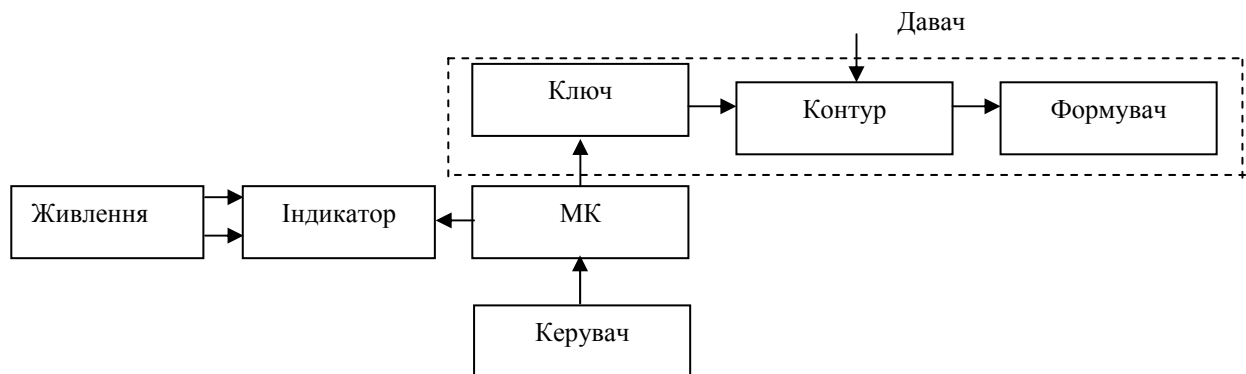
УДК 621.31

МІКРОПОТУЖНИЙ ВИТРАТОМІР НА ОСНОВІ БЕЗКОНТАКТНОГО ІНДУКТИВНОГО ДАВАЧА

*Коваль К.О., Кононов С.П., Вінницький національний технічний університет,
м. Вінниця, Україна*

При вирішенні проблеми енергозбереження актуальною є розробка автономних мікропотужних витратомірів. Пропонується прилад, призначений для обліку витрат рідких та газоподібних речовин, що протікають у трубопроводах. Особливістю розробки є дуже мала потужність споживання. Це дозволяє працювати приладу в автономному режимі протягом 3-5 років без заміни джерела живлення.

Витратомір побудований на основі мікроконтролера MSP430F11x1 (МК), до входу якого підключено безконтактний індуктивний давач, в якому, на відміну від [1] зменшено потужність споживання. Результати вимірювань виводяться на рідкокристалічний індикатор. Керування спрощене і відбувається за допомогою однієї кнопки. Живлення забезпечується малогабаритним гальванічним елементом напругою 3В.



При протіканні речовини по трубі починає рухатись механічна частина давача, яка змінює добротність контура. Контур збуджується через ключ короткими імпульсами від МК. Формувач, в залежності від положення механічної частини давача, виробляє напругу логічних рівнів, яка надходить до МК для подальшої обробки.

Проведено детальний теоретичний аналіз давача з комп'ютерним моделюванням, пророблені питання конструкції витратоміра, зокрема, його екранування. Продовжується робота по створенню діючого зразка.

Ключові слова: давач, мікропотужний витратомір.

Література

1. Гернитчек К. Использование микроконтролеров для безконтактных измерений // Ві-
аком_news. - 2003. - №10. - С.21.

УДК 681.121

«ТЕПЛОПУНКТ» – ВСЕ ОБ УЧЕТЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Анисимов Д.Л., интернет-проект «Теплопункт», г. Екатеринбург, Россия

Сайт «Теплопункт», расположенный в настоящее время по адресу www.teplorunkt.ru - это, возможно, единственный российский интернет-проект, посвященный вопросам учета и оптимизации использования энергоресурсов в комплексе – от общей теории до самых мелких практических нюансов.

Вкратце история «Теплопункта» такова. Появился он на «просторах интернета» 18 марта 2000 года как скромный сборник статей, посвященных теплосчетчикам и всему, что с ними связано. Примерно через полгода произошла первая реинкарнация сайта – увеличившееся количество материалов потребовало переработки структуры «Теплопункта». А в 2002 году сайт обрел свое сегодняшнее лицо – помимо четко разделенных по темам сборников статей на нем появились справочные материалы и новостные разделы, открылись тематические форумы и доски объявлений.

Общая идея сайта состоит в следующем: «Теплопункт» - это рабочий инструмент любого специалиста, работающего в сфере учета и оптимизации использования энергоресурсов. Разработчики приборов познакомятся здесь с идеями конкурентов и пожеланиями заказчиков, потребители получают массу советов по использованию тех или иных технических решений, проектировщики и монтажники пополняют свой теоретический багаж и обмениваются практическим опытом, маркетологи узнают о выставках, конференциях и семинарах на темы энергоучета, энергорегулирования, энергосбережения. И данная идея работает! – сегодня мы уже с уверенностью можем сказать, что сформировалось некое «интернет-сообщество Теплопункта», и многих постоянных посетителей сайта и участников его форумов объединяют не только и не столько профессиональные интересы, но и самая настоящая дружба! Кстати, первая в истории очная встреча «теплопунктовцев» состоялась в декабре 2003 года – в дни 18й конференции «Коммерческий учет энергоносителей» в Санкт-Петербурге, и репортаж о ней, разумеется, размещен на сайте.

В заключение хотелось бы пригласить всех специалистов-энергетиков (проектировщиков, монтажников, производителей и потребителей энергоресурсов, разработчиков, производителей и потребителей приборов учета) посетить сайт «Теплопункт» и принять участие в его работе.

Ключевые слова: Теплопункт, теплосчетчик, водосчетчик, учет, измерения.

ООО „ИН-ПРЕМ”

Украина, 03039, м. Киев
ул. Голосеевская, 7, офис ½
тел./факс: (+044) 251-48-96; 251-48-97

Официальный представитель группы
Invensys Metering Systems
приборы учета воды и тепла

Предприятие "ИН-ПРЕМ" является официальным представителем на Украине международной группы Invensys Metering Systems (новое название Sensus Metering Systems) – мирового лидера по производству приборов учета воды и тепла. В состав данной группы входят заводы известные своими многолетними традициями в области производства счетчиков воды, такие как H. Meinecke AG (Германия), Spanner - Pollux GmbH (Германия), Premex - IN a.s. (Словакия) и другие.

Номенклатура счетчиков, выпускаемых Sensus Metering Systems отличается высокой надежностью, и прекрасными техническими характеристиками:

- *E-T QN 1,5/40(90)* – квартирные счетчики воды (Ду 15÷20), отличаются высоким качеством комплектующих деталей: латунный корпус, выполнен методом горячей штамповки, оси из корундовой стали (нержавеющие, повышенной прочности), сапфировые подшипники.

- *MT QN...T 40* – многоструйные сухоходы (Ду 20÷40), общедомовые счетчики холодной воды, имеют герметичный счетный механизм (комбинация «стекло-медь») и возможность реализации импульсного выхода;

- *Cosmos WPD* – традиционные турбинные счетчики воды с гидравлически сбалансированным лопастным колесом (Ду 50÷300). Применяются для общедомового учета, а так же на объектах с большим расходом воды. Благодаря оригинальной особенности в конструкции турбины данный тип счетчика обладает широким динамическим диапазоном и большой точностью измерения (класс точности В-С, диапазон измерения с погрешностью 5% составляет всего 0,45% (для Ду 50) от общего диапазона измерения *WPD*, у конкурентов этот диапазон измерения составляет 4÷5% от общего);

- *Meitwin* – спаренный счетчик холодной воды (Ду 50, 80, 100), предназначен для учета потребления воды на объектах с широкой амплитудой колебания расходов (жилые многоквартирные дома, промышленные предприятия и т.д.). Уникальностью данного типа счетчика является то, что он имеет в нижнем диапазоне измерения чувствительность выше, чем квартирный счетчик воды, при этом сохраняя метрологические характеристики турбинных счетчиков (большой максимальный расход). Это тот случай, когда общедомовой счетчик *Meitwin* учитывает не регистрируемую квартирным счетчиком утечку воды, возникшую в результате не герметичного закрытия крана (протекания туалетного бачка). Высокие метрологические характеристики достигнуты благодаря применению конструкторского решения «три в одном» - единый универсальный (для Ду 50, 80, 100) гидравлический модуль, состоящий из основного счетчика воды типа *WPD*, капсульного счетчика воды типа *MN 2,5 XNP* и переключающего клапана с низкой потерей давления и большой пропускной способностью.

Все типы счетчиков сертифицированы на Украине, многие из них на протяжении 7 лет успешно работают на разных объектах страны. Только в городе Киеве эксплуатируется более трех тысяч счетчиков воды с диаметром условного прохода 40÷100 мм производства группы Invensys.

К середине 2004 года, компания «Ин-Прем» готовится предложить новую модель квартирного счетчика Composite. Это проверенный одноструйный крыльчатый счетчик воды в сочетании с новоразработанным корпусом из составного материала kompozit (металлический корпус в пластиковой оболочке). Изготовление корпуса из составного армированного материала позволяет использовать компенсационную муфту для выравнивания линейных, осевых и аксиальных смещений на шесте измерения.

Надеемся, что эта новинка займет достойное место на рынке приборов учета воды.



Україна, 04073, г. Киев, пер. Куреневский 4/9
E-mail: techprilad@i.kiev.ua www.techprilad.com
Тел.: (044) 467 2640 (60), факс: (044) 467 2644
Тел. отд. продаж: (044) 467 2670 (80,90)

ООО НПП «Техприлад», починаючи з 1994 г. спеціалізується в області учета і регулювання подачі теплової енергії і води, а також впровадження енергозберігаючих технологій.

Всі прилади і обладнання апробовані нами і нашими партнерами на протязі декількох років. Всі засоби вимірювання включені в Госреєстр України. Всі наші іноземні постачальники мають сертифікати якості серії ISO 9000.

В наші часи ми виробляємо лічильники тепла типу Суперком-01 (адаптований до вітчизняним вимогам аналог відомого лічильника Supercal), побутові і промислові лічильники води ТП-М, ТП-О. В виробництві використовуються комплектуючі, програмне забезпечення і технічна документація провідних європейських виробників – фірм Sontex SA (Швейцарія), Hydrometer GmbH (Німеччина). Калібрування і перевірка лічильників виконується на зразковій установці типу Metrost 112-100/160 DN 10...100 мм, клас точності - 0,03 % і спеціальних комп'ютерно-програмних комплексах.

НПП «Техприлад» виробляє також індивідуальні модульні теплові пункти на базі пластинчатих теплообмінників і виконує їх монтаж. Наше підприємство є переможцем міжнародного тендера KIBA/SI-05/03-3 по поставці і установці модульних теплових пунктів в адміністративних і громадських будівлях г. Києва, а також ряду тендерів по поставці лічильників води і тепла, арматури.

НПП «Техприлад» є офіційним імпортером в Україну продукції ряду зарубіжних виробників: Landis & GYR (Німеччина) – ультразвукові лічильники тепла Ultraheat, AS “ASWEGA” (Естонія) – електромагнітні теплові лічильники SA-94 (CA-97) і расходомери рідин VA 2301...04, Siemens building technologies AG (Швейцарія), LDM S.r.o. (Чехія), SYR-Hans Sasserath & Co.KG (Німеччина) – автоматика для теплових пунктів, PoWoGaz S.A. (Польща) – побутові і промислові лічильники води, VIR S.p.a., Cimberio S.p.a., Barberi S.r.l. (Італія) – латунна і бронзова трубопроводна арматура, Polix d.d. (Словенія), Vexve Oy (Фінляндія) – чугунні і сталеві фланцеві і приварні шарові крани, Brandoni S.p.A. (Італія) – трубопроводна арматура для харчової промисловості і поворотні заслінки типу «баттерфляй», KFM S.A. (Польща) – манометри і термоманометри, Zetkama S.A. (Польща) – сітчасті і магнітні фільтри, зворотні і балансові клапани.

Наше підприємство має типові проектні рішення по застосуванню пропонованого обладнання, отримані в результаті багаторічного досвіду проектування і монтажу лічильників тепла і модульних теплових пунктів для різних схем теплопостачання, що дозволяє оптимально впровадити енергозберігаючі технології.

Запрошуємо до співпраці.



ВОДОЛІЙ – відмінна якість послуг

Багатий досвід, набутий підприємством “ВОДОЛІЙ” за сім років активної роботи на інсталяційному ринку, – це гарантія високоякісних послуг у сфері продажу, встановлення і технічного обслуговування помпового обладнання та вимірювальної техніки для обліку й регулювання витрат тепла, холодної і гарячої води, а також грамотного добору супутніх виробів, зокрема водопровідної арматури, муфтової та фланцевої, від провідних європейських виробників.

Головною концепцією компанії є прагнення бути поруч з клієнтом. Багатофункціональність і надійність, якість та професійний сервіс – головні критерії, які визначають бажання співпрацювати з СП “ВОДОЛІЙ”. Розвинена інфраструктура компанії включає центральний офіс з реалізації приладів обліку води й тепла, які виготовляють відомі закордонні й вітчизняні фірми, такі як Tschet (Німеччина), “ТАКТ” (Україна), водопровідної арматури (Польща) та помпового обладнання Speroni (Італія); монтажну та пусконаладжувальну дільницю, проектно-кошторисний відділ, сервісний центр з обслуговування лічильників води й тепла з акредитованими УкрЦСМ електротехнічною лабораторією та проливною установкою УВЛ-15/25-01.

СП “ВОДОЛІЙ” пропонує зі складу в Києві продукцію провідних торговельних марок:

- одноструменеві й багатоструменеві крильчасті лічильники води Tschet (Німеччина), “ТАКТ” (Україна), ДУ 15-50 мм, призначені для встановлення у квартирах, котеджах, окремих приміщеннях і на промислових об’єктах;
- турбінні лічильники води типу WPD ДУ 50-300 мм для встановлення на заводах та промислових об’єктах;
- лічильники тепла ДУ 15-300 мм;
- помпи Speroni (Італія);
- водозапірну арматуру польських виробників: муфтову й фланцеву, – для систем водопостачання та опалення (кульові крани, засувки, зворотні клапани, фільтри грубого очищення ДУ 15-300 мм тощо).

На всю продукцію, пропоновану СП “ВОДОЛІЙ”, є сертифікати якості та дозволи на виконання монтажних і спеціальних видів робіт.

Щоб максимально покращити обслуговування клієнтів, фірма “ВОДОЛІЙ” комплексно оснащує об’єкти у цілковитій відповідності до будівельних норм і правил й водночас згідно з усіма побажаннями замовників. Фахівці запропонують найвибагливішому клієнтові продукцію високої якості та оптимальне рішення будь-яких інженерних завдань. Набутий досвід та професіоналізм фірма завжди готова реалізувати у партнерстві з іншими компаніями.

Здійснюємо повну комплектацію обладнання зі складу в Києві.

Запрошуємо до співпраці корпоративних клієнтів і дилерів.

Центральний офіс:

02091 Київ, вул. Харківське шосе 56, тел./факс (044) 567-81-29, 567-82-03, e-mail: vodoley@I-c.com.ua

Сервісний центр тепловодолічильників:

02091 Київ, вул. Харківське шосе 61 б, тел./факс (044) 562-77-82, 563-15-77

Монтажна та пусконаладжувальна дільниця:

02091 Київ, вул. Ревуцького 5 а, тел./факс (044) 562-63-11

УДК 681.121.04

ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ТА КІЛЬКОСТІ НА ОСНОВІ ЗМІНИ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМІВ КОНТРОЛЬОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

Мельничук С.І., Пашкевич О.П., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Традиційно джерела інформації, які використовують для вимірювання витрати і кількості (об'єму, маси) речовин, реалізуються шляхом введення в вимірюване середовище чутливих елементів, зміна фізико-хімічних параметрів яких пропорційна до швидкості руху вимірюваного середовища.

Одним з перспективних напрямків реалізації засобів вимірювання величин витрати та кількості газоподібних середовищ, а також рідин є використання характеристик випадкових процесів (шумів), які генеруються самим вимірюваним середовищем при його переміщенні по транспортних магістралях.

Випадкові коливання – аналогові сигнали, які утворюються контрольованим середовищем перетворюються у відповідні електричні, після чого здійснюється їх трансформування в цифрові інформаційні пакети. Подальша цифрова обробка отриманих випадкових сигналів здійснюється із застосуванням дискретного перетворення Фур'є, що дозволяє отримати їх спектральні характеристики.

На основі попередньо проведеного експериментального дослідження спектральних характеристик випадкових процесів, які генеруються вимірюваним середовищем (повітрям), при протіканні через трубу з діаметром умовного проходу $\varnothing 50$ мм, виявлено зміну величини енергії випадкових процесів, яка визначається інтегралом їх спектру, тобто залежність спектральних характеристик від величини витрати - зміни швидкості переміщення газу по трубопроводі.

Отриману залежність енергії шумів потоку газу від величини витрати можна з достатньою точністю описати за допомогою степеневої, експоненціальної або поліномної функцій.

Підвищення точності вимірювання та зменшення впливу зовнішніх чинників, при застосуванні запропонованого методу, забезпечується за рахунок виділення частотних смуг, які максимально залежні від витрати контрольованого середовища і не зазнають змін, або такі зміни незначні, при наявності інших впливів (періодична вібрація, зміна температури, наявність мікрочастинок тощо). Крім того, оцінка спектру випадкових процесів дозволяє визначити спектральні смуги, які є чутливими до зміни температури та вологості контрольованого середовища, а також наявності макрокомпонентів і можливих пошкоджень транспортної магістралі.

Ключові слова: витрата, шум, спектральні характеристики.

УДК 658.562:681.121

АНАЛІЗ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ТУРБІННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ

*Петришин І.С., Середюк Д.О., Державне підприємство Івано-Франківський регіональний
науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Турбінні лічильники газу характеризуються рядом технічних і метрологічних характеристик, які відображають їх експлуатаційні і споживчі властивості. Серед них найбільш вагомими є: похибка вимірювання, робочий діапазон вимірюваних витрат, поріг чутливості, робочий тиск, надійність експлуатації, термін служби, габаритно-масові параметри, енергоспоживання. Одночасне досягнення оптимальних значень по кожному з цих одиничних показників якості є неможливим. Тому необхідно розробити методику оцінки комплексного показника якості (КПЯ), яка базувалася б на використанні об’єктивних даних, що і є метою роботи.

Виходячи з сучасних умов на ринку витратовимірювальної техніки, де основним фактором для споживачів є ціна, то її вибрано як визначальний показник для визначення вагових коефіцієнтів впливу кожного параметра характеристики на якість лічильників в цілому. КПЯ – це такий показник якості продукції, що об’єднує декілька її властивостей. Він може бути виражений в чисельній формі, і їх об’єктивною оцінкою паспортних даних. Для визначення КПЯ лічильників застосовувалася наступна формула:

$$K = 1 + \sum_{i=1}^N [(q_i - 1) \cdot \gamma_i], \quad (1)$$

де q_i – відношення кожного аналізованого параметра i -го лічильника до такого ж порівнюваного базового показника; γ_i - вагові коефіцієнти, які визначаються за такою моделлю:

$$\gamma_i = \frac{B}{\Gamma}, \quad B = \sum_{i=1}^N \lg \left(\frac{C_i}{C_0} \right), \quad \Gamma = \sum_{i=1}^N \lg \left(\frac{A_i}{A_0} \right) \quad (2)$$

В (2) C_0 , C_i , ціна базового лічильника і аналога; A_0 , A_i - значення параметрів базового лічильника і аналога; N – число лічильників-аналогів.

Розрахунок КПЯ здійснений на базі паспортних даних восьми типів вітчизняних і закордонних турбінних лічильників газу одного типорозміру (на витрату 400 м³/год): ЛГ-К-Ех, ТРСГ-Р, TRZ-03-U-A, TRZ-2-U (Україна), D, RPT-3 (Словаччина), TRZ-2-G (Чехія), TZ/FLUXI Schumberger (Франція). Оцінка КПЯ здійснювалася по одному, двох і трьох визначальних показниках, до яких віднесені діапазон вимірювання, маса, робочий тиск. Отримані результати дають можливість здійснювати порівняння аналогічних за призначенням приладів і визначати фактори, які можуть підвищити конкурентоспроможність вітчизняних виробників лічильників газу.

Ключові слова: турбінний лічильник газу, ваговий коефіцієнт, одиничний і комплексний показники якості.

УДК 622.691.4:536.2

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ОБЛІКУ ГАЗУ В ПОБУТІ

*Петришин І.С., Кузь М.В., Державне підприємство “Івано-Франківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації”,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Достовірність обліку газу в побуті залежить від багатьох впливових кліматичних факторів та умов його транспортування.

Під час руху реального газу в підземному газопроводі його температура знижується за рахунок теплообміну з навколишнім середовищем (грунтом) і термодинамічної неідеальності газу.

На зовнішній поверхні надземного газопроводу одночасно протікають процеси теплообміну випромінюванням, конвенцією і теплопровідністю. На тепловий режим надземного газопроводу суттєво впливає сонячна радіація, швидкість і напрям вітру, температура повітря і ряд параметрів, які залежать від пори року і доби, а також від атмосферних умов.

За результатами теоретичних та експериментальних досліджень розроблена математична модель впливу факторів навколишнього та робочого середовища на облікований об'єм газу, яка описується формулою:

$$V_{\Pi} = \frac{VT_c \left[p_n + p_c \exp \left(- \frac{Mgh}{RT_{nc}} \right) \right]}{p_c \left[T_c + (T_{nc} - T_c) \cdot \exp \left(- \frac{k_t \pi D x + k_d F}{\rho c_p q_v} \right) \right]}$$

де V_{Π} – об'єм газу, приведений до стандартних умов; V – покази лічильника газу; T_c – температура газу за стандартних умов; p_n – надлишковий тиск газу; p_c – тиск газу за стандартних умов; M – молярна маса повітря; g – прискорення вільного падіння; h – висота точки вимірювання над рівнем моря; R – універсальна газова стала; T_{nc} – температура повітря навколишнього середовища; k_t , k_d – коефіцієнти теплопередавання від газу в газопроводі та в лічильнику, відповідно, до повітря в приміщенні, де встановлений лічильник газу; D – діаметр газопроводу; x – довжина газопроводу від точки його входження в приміщення до лічильника; F – площа теплообміну лічильника; ρ – густина газу; c_p – питома теплоємність газу; q_v – об'ємна витрата газу.

Ключові слова: кліматичні фактори, об'єм газу, теплообмін, коефіцієнт теплопередавання.

УДК 681.121

АНАЛІЗ ПОХИБОК КОЕФІЦІЄНТА СТИСКУВАНOSTІ ВОЛОГОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Крук О.І., РВУ “Львівавтогаз” НАК “Нафтогаз України”, м. Львів, Україна

Природний газ при його видобуванні із свердловин поступає на установки низькотемпературної сепарації, де розділяється від крапельної рідини, що збирається у нижній частині сепаратора. Вологий природний газ насичений парами води подається на технологічну установку комплексної підготовки газу (УКПГ) для забезпечення необхідних якісних показників, а далі – у магістральні газопроводи або безпосередньо у мережі середнього чи низького тиску споживачам. Природний газ після технологічної підготовки на УКПГ має бути сухим і вміст парів води не повинен перевищувати допустимих концентрацій по відношенню до різного роду компонентів, які наведені у відповідних нормативно-технічних документах. За фізико-хімічними показниками природний газ повинен відповідати технічним вимогам і нормам.

Невиконання регламентованих умов створює між організаціями, які поставляють і споживають газ, атмосферу недовіри та утворення додаткових комісій для перевірки за виконанням технічних вимог і норм щодо якості природного газу.

Контроль за вмістом вологи у природному газі здійснюють в основному за показами приладів типу “харків-2”, якими вимірюють температуру t_p точки роси за наявними у газі парами води при постійному тиску газу або вологомірами, встановленими на потоці, наприклад, типу Chandler Moisture CHECKtm 2000, якими можна вимірювати як температуру точки роси, так і відносну вологість природного газу.

Сьогодні усі вважають, що природний газ після технологічного очищення на УКПГ є завжди сухим і значення вологовмісту чи відносної вологості знаходяться у допустимих межах, наприклад, згідно правил РД 50-213-80 відносна вологість не повинна перевищувати $\phi \leq 0,1$ долі одиниці або 10 %. Таке твердження є помилковим: по-перше, наявна у природному газі волога у вигляді парів води обов’язково знаходиться у стані динамічної рівноваги, тобто змінюється тиск чи температура і динамічна рівновага порушується як у бік конденсації парів води, так і випаровування, тобто пари води є або у стані насичення, або близькими до стану насичення; по-друге, знаючи температуру точки роси по вмісту парів води у газі, можна завжди визначити відносну вологість природного газу та зробити необхідні корективи, ввівши розрахункові значення температури t_p точки роси або відносної вологості ϕ в обчислювач витрати та кількості. При вимірюванні витрати та визначенні кількості газу за допомогою мікропроцесорних обчислювачів практично на даний час ніхто не вводить розрахун-

кових значень відносної вологості газу чи виміряного значення температури точки роси.

Для оцінки похибки дійсного коефіцієнта стискуваності сухого природного газу були розраховані ці коефіцієнти при температурі t і при тисках $p_{сг}$ та p відповідно сухого та вологого природного газу. Розрахунки коефіцієнтів стискуваності природного газу були виконані з використанням сучасних методик.

Аналіз результатів розрахунків коефіцієнтів стискуваності та похибок визначення коефіцієнта стискуваності вологого природного газу показує, що при підвищенні абсолютного тиску вологого газу зменшується значення цієї похибки. Неврахування у природному газі наявних парів води навіть у стані насичення призводить до заниження коефіцієнта стискуваності, а відповідно до завищення витрати та кількості природного газу на величину систематичної похибки.

Суттєве завищення витрати та кількості природного газу спостерігається при його обліку в мережах низького та середнього тисків, особливо при обліку газу, що подається на комунальні потреби населенню.

Ключові слова: коефіцієнт стискуваності, контроль.

УДК 681.121.089

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБКИ ВІД ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ПОВІРОЧНИХ УСТАНОВКАХ PVT-ТИПУ

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

Останніми роками все більше уваги надається розробці нових типів еталонних установок для градування та повірки лічильників газу. Деякі з них, наприклад, установки PVT-типу поки що не набули практичного застосування внаслідок недостатнього теоретичного і метрологічного обґрунтування. Запропоновані за участю авторів нові алгоритми функціонування цього типу установок, які захищені патентами України, обґрунтовують актуальність більш досконалого їх метрологічного аналізу. Тому метою роботи є дослідження впливу вологості робочого середовища, зокрема повітря, на метрологічні характеристики установок PVT-типу.

Принцип дії установки PVT-типу полягає у попередньому наповненні стисненим повітрям еталонної ємності постійного об'єму і наступному витіканні повітря з неї через досліджуваний лічильник чи витратомір. При цьому необхідною є інформація про значення абсолютного тиску, абсолютної температури і коефіцієнту стисливості (КС) повітря в ємності на початку і в кінці пропуску контрольного об'єму, а також цих же параметрів перед досліджуваним приладом. В роботі аналізувався вплив вологості повітря на зміну його КС виходячи з міркувань розгляду робочого середовища як двохкомпонентного. Для цього застосовувався алгоритм:

$$K = (P_{СП} \cdot K_{СП} + P_{ВП} \cdot K_{ВП}) / P, \quad (1)$$

де K – КС вологого повітря; $P_{СП}$, $P_{ВП}$, $K_{СП}$, $K_{ВП}$ – парціальний тиск і КС сухого повітря і водяної пари відповідно; P – абсолютний тиск в ємності.

Значення тиску $P_{ВП} = \varphi \cdot P_{ВП\text{ МАХ}}$ (де $P_{ВП\text{ МАХ}}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари) визначалося з врахуванням діапазону робочих тисків у ємності, а також можливої відносної вологості φ повітря, яке подається в ємність.

Тиск $P_{СП}$ розраховувався як різниця тисків P і $P_{ВП}$, а значення коефіцієнтів $K_{СП}$, $K_{ВП}$ визначалися для різних значень тиску і температури робочого середовища в ємності і перед досліджуванним приладом.

За результатами чисельного аналізу встановлено, що волога сприяє збільшенню КС і наближенню його до одиниці. При цьому її вплив зростає як із збільшенням температури, так і із збільшенням тиску.

При максимальних робочих тисках 1,0 МПа і температура 303 К для відносної вологості повітря до 80% різниця значень КС вологого і сухого повітря не перевищує 0,005%, однак це може зумовити появу додаткової складової похибки установки в межах (0,003 – 0,015)%. Крім того, проведені дослідження показали, що в установках РVT-типу необхідно враховувати похибку від конденсації і випаровування водяної пари в еталонній ємності.

Ключові слова: установка рvt-типу, похибка, вологість повітря.

УДК 681.121.04

АНАЛІЗ СКЛАДОВИХ ПОХИБОК МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ НА ОСНОВІ ЗМІНИ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШУМІВ, ЯКІ УТВОРЮЮТЬСЯ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ ГАЗОПОДІБНОГО СЕРЕДОВИЩА

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

При вимірюванні об'єму та об'ємної витрати газоподібних середовищ знайшли широке використання традиційні методи (метод змінного перепаду тиску, ультразвуковий, тахометричний та інші). Одним із альтернативних методів, який можна використати для вимірювання витрати та кількості газоподібного середовища є метод, який базується на використанні спектральних характеристик акустичних шумів, що генеруються самим вимірювальним середовищем при його переміщенні через замірну ділянку трубопроводу. На основі вищезгаданого методу були проведені дослідження експериментального взірця, в результаті одержано експериментальну залежність енергії акустичних шумів вимірювального середовища від його витрати. Сумарну похибку витратоміра доцільно визначити використовуючи теорію невизначеності, а саме:

– визначаємо експериментальну стандартну невизначеність (типу А) результатів окремих спостережень по всьому діапазону вимірювання;

- визначаємо експериментальне стандартне відхилення результату спостережень та вимірювань;
- оцінюємо складові сумарної стандартної невизначеності по типу В не включених залишків результату вимірювань;
- визначаємо сумарну невизначеність типу В результату вимірювань;
- визначаємо сумарну невизначеність результату вимірювань та розширену невизначеність результату вимірювань.

Слід зазначити, що сумарна невизначеність по типу В складається із:

- 1) невизначеності обумовленої зміною живлення первинного вимірювального перетворювача;
- 2) невизначеність квантування акустичного шуму, визначається розрядністю АЦП;
- 3) невизначеність обумовлена функцією, яка вибрана для апроксимації експериментальної (вихідної) функціональної залежності;
- 4) методична невизначеність обумовлена вибором методу кореляції;
- 5) невизначеність обумовлена режимом протікання вимірювального середовища.

Як показали дослідження при виборі конкретної частотної смуги, можна отримати сталу функціональну залежність енергії шуму від витрати газоподібного середовища.

Ключові слова: витрата, шум, спектральні характеристики.

УДК 681.121.089

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ ДЗВОНА НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕТАЛОННИХ УСТАНОВОК

¹⁾Середюк О.Є., 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

Питання метрологічних досліджень еталонних дзвонових витратовимірювальних установок (ДВУ) відзначається актуальністю, адже точність оцінки складових їх похибки підвищує достовірність отриманих результатів і водночас може сприяти вдосконаленню їх конструкції.

ДВУ конструктивно містять вузли стабілізації вертикального положення дзвона, які сприяють досягненню високої точності, але водночас ускладнюють їх конструкцію і при недостатньо якісному регулюванні чи спрацюванні можуть спричинити погіршення роботи установки, так як викликають появу зон локального підвищеного тертя, і як наслідок зміну тиску під дзвоном. Це обґрунтовує необхідність кількісної оцінки впливу нестабільності вертикального положення дзвона на складові похибки ДВУ.

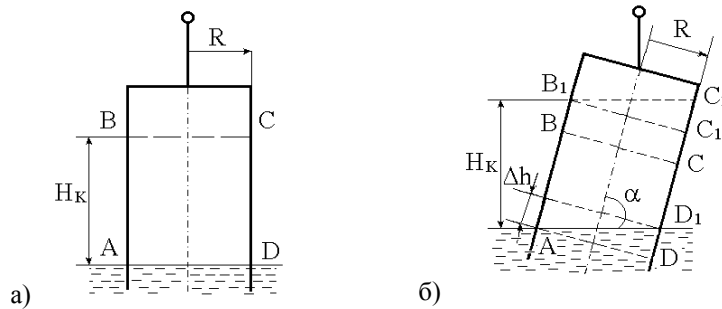


Рисунок - Схема витіснення контрольної об'єму газу при вертикальному (а) і нахилому (б) положеннях дзвона.

В роботі проведена оцінка значень витіснюваних контрольних об'ємів дзвона при роботі його в однаково нахилому (перший режим) і змінному нахилому (другий режим) положеннях. Встановлено, що при першому режимі додаткова похибка δ_{V1} пропорційна об'єму циліндра з фронтальним перерізом BB_1C_1C (див. рис.), а при другому – похибка δ_{V2} пропорційна об'єму зрізаного циліндра з фронтальним перерізом $B_1C_2C_1$. Здійснені аналіз і кількісна оцінка складових похибки ДВУ δ_{V1} і δ_{V2} для розглянутих умов їх функціонування за допомогою таких отриманих залежностей:

$$\delta_{V1} = (\csc \alpha - 1) \cdot 100, \% \quad (1)$$

$$\delta_{V2} = (R \cdot \operatorname{ctg} \alpha / H_K) \cdot 100, \% \quad (2)$$

де R – радіус дзвона, H_K – висота дзвона, яка відповідає відтворюваному контрольному об'єму V_K ; α – кут нахилу твірної дзвона до поверхні рідини.

Ключові слова: дзвін, контрольний об'єм, нахил дзвона, похибка.

УДК 681.121

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ДЗВОНОВИХ ВИПРОБУВАЛЬНИХ УСТАНОВКАХ

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

Сучасні дзвонові випробувальні установки (ДВУ) – складні інформаційно-вимірювальні системи, в яких перебігають як газогідродинамічні та механічні процеси, так і процеси збору і обробки інформації. Розроблені раніше на основі рівнянь термогазодинаміки узагальнені аналітичні моделі вимірювального процесу ДВУ мають низку недоліків: при аналізі перехідних процесів не враховується вплив на рух дзвону та інших ланок системи маси рідини витіснювача; робочим середовищем вважається повітря; ДВУ не аналізуються як механічні системи і розглядаються не як одне ціле, а розбиваються на підсистеми, для кожної з яких складено окрему математичну модель. Це обумовлює введення деяких допущень, спрощень і, як наслідок, неточностей.

З метою додаткового підвищення точності, чутливості і швидкодії ДВУ в процесі проектування та дослідження її роботи на повітрі і на газі, нами на основі рівнянь Лагранжа другого роду, рівняння балансу енергії змінного об'єму газу, рівняння стану газу в диференціальній формі, рівняння витрати, а також рівнянь тиску і температури газу під дзвоном і після лічильника розроблено нову удосконалену математичну модель вимірювального процесу ДВУ, яку представлено системою із семи диференціальних рівнянь.

Відмінність запропонованої моделі від існуючих полягає в тому, що вона крім термогазодинамічних процесів, що протікають в ДВУ, враховує ще і вплив на вимірювальний процес коливного руху дзвону, коливань рівня та кінетичну енергію маси рідини гідравлічного замка у витіснювачі, а також пульсацій, що створюються самим лічильником в процесі повірки. Модель дозволяє встановити чіткий зв'язок між зміною параметрів дзвонового мірника установки та досліджуваного приладу через параметри робочого середовища.

Розроблена математична модель дає змогу вперше аналітично дослідити вплив на вимірювальний процес ДВУ зміни фізико-хімічних характеристик робочого середовища.

Ключові слова: дзвонова випробувальна установка, математична модель, перехідні процеси, лічильник газу, природний газ, повірка, точність.

УДК 389:681.121

МЕТРОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОВІРОЧНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ РЕЗЕРВУАРА ВИСОКОГО ТИСКУ

*Петришин І.С., Безгачнюк Я.В., Державне підприємство “Івано-Франківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації”,
м. Івано-Франківськ, Україна*

На сьогодні в світі поряд з повірочними установками дзвонового та поршневого типів застосовуються установки на базі резервуару високого тиску. На Україні ще немає достатнього досвіду їх використання. Тому актуальним завданням є проведення їх метрологічного аналізу і визначити, які фактори мають найбільший вплив на величину похибки установки і визначити шляхи її зменшення.

Повірочна установка на базі резервуару високого тиску реалізовано на базі ВАТ “Івано-Франківськгаз”, м. Івано-Франківськ. Спеціалістами державного підприємства “Івано-Франківськстандартметрологія” в процесі державної метрологічної атестації цієї установки проведено детальний аналіз джерел її похибки.

Результати метрологічної атестації показують, що одним із найбільш важливих джерел похибки повірочної установки є вимірювання температури газу в резервуарі високого тиску, особливо після заповнення його стисненим газом. Процеси заповнення призводять до нагрівання газу в об'ємі за рахунок явищ,

пов'язаних з роботою потоку і його кінетичною енергією. Тому, миттєво після заповнення наявні суттєві термічні градієнти в резервуарі. За результатами метрологічної атестації температурний градієнт в резервуарі становив $0,3^{\circ}\text{C}$, що зумовлює похибку вимірювання температури в резервуарі $0,12\%$.

Другим джерелом похибки є визначення мірного об'єму резервуару високого тиску. Величина цієї складової визначається точністю використовуваних ЗВТ. В ході проведення метрологічної атестації повірочної установки ВАТ “Івано-Франківськгаз” було виявлено, що на точність установки впливає чистота газу, так як весь бруд осідає на стінках резервуару і цим самим викликає зміну мірного об'єму. Також наявність водяної пари в газі призводить до корозії матеріалу резервуару. За 5 місяців експлуатації, похибка зумовлена осадами і корозією на стінках резервуару досягла значення $0,13\%$.

Ще одним із джерел похибки є вимірювання тиску в резервуарі і після стабілізатора тиску.

Отже, покращення вимірювання температури і тиску, а також конструкції резервуару і повірочної установки в цілому дозволить суттєво підвищити точність повірочних установок на базі резервуару високого тиску.

Ключові слова: повірочна установка, резервуар високого тиску, температурний градієнт, похибка.

УДК 681.121

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАСХОДОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ АУРС

¹⁾Новгородцева Л.П., ²⁾Нетесин А.С., ¹⁾ГП «Днепростандартметрология»,
г. Днепропетровск, Украина, ²⁾ПКФ «Курс», г. Днепропетровск, Украина

В статье приведены принцип работы, технические и эксплуатационные характеристики автоматизированных расходоизмерительных установок типа АУРС, предназначенных для поверки счетчиков газа любого принципа действия и ротаметров на рабочей среде – воздух.

В качестве рабочего эталона в установках используется набор критических сопел. Метод измерения расхода основан на строгих физических принципах, является косвенным и реализует алгоритмы, приведенные в ISO 9300 International standard. Measurement of gas flow by means of critical flow Venturi nozzles (Измерение расхода газа с помощью критических сопел Вентури).

Критическое сопло или их комбинация обеспечивают создание необходимого расхода без дополнительной регулировки.

Установки оснащены компьютером со специализированным программным обеспечением с удобным в обращении интерфейсом.

Измерение технологических параметров (температура, давление, время) производится в автоматическом режиме.

Установки позволяют снимать показания со счетчиков, имеющих выходные электрические сигналы, в автоматическом режиме.

Обработка технологических параметров и вычисление погрешностей производятся по специальным алгоритмам. Результаты измерений и вычислений выдаются в виде протокола.

Параметры	АУРС-16	АУРС-65	АУРС-250	АУРС-1600
Диапазон измерения объемных расходов, м ³ /ч	0,006 - 16	0,016 - 65	0,1 - 250	2 - 1600
Диапазон рабочего давления (абсолютного), кПа	150 - 600	80 - 110	150 - 600	40 - 110
Относительная погрешность измерения объема, %	0,3	0,3	0,3	0,3
Относительная погрешность измерения абсолютного давления, %	0,15	0,1	0,15	0,15
Абсолютная погрешность измерения температуры, °С	0,2	0,2	0,2	0,2
Количество одновременно проверяемых счетчиков	8	8	4	2

Ключевые слова: критические сопла, рабочий эталон, измерение объема газа.