



ММЮ®

Измерений

www.rta-stk.ru/mi

Cubis®

Новый уровень измерения

сартОГОСМ

4
2013



192007, г. Санкт-Петербург, ул. Расстанная, д. 2, корп. 2, лит. А
тел.: (812) 380 25 69 факс: (812) 380 25 62 e-mail: web@sartogsm.ru

www.sartogsm.ru



Тема номера:
Нефть и газ

ОАО «НИИФИ» - ведущее предприятие ракетно-космической отрасли, надежный, высоко-профессиональный и авторитетный разработчик и поставщик датчиков, преобразователей и систем для ракетно-космической и авиационной техники, атомных станций, вооружения и военной техники, железнодорожного транспорта, жилищно-коммунального хозяйства, нефтегазового комплекса и других отраслей.

Более 50 лет аппаратура института используется для измерений:

- **давлений**
абсолютных (от 2 мм рт. ст. до 90 МПа)
избыточных (от 0,001 до 300 МПа)
акустических (от 85 до 194 дБ)
разности (от 1,6 до 4000 кПа)
быстропеременных (от 0,0005 до 30 МПа)
- **деформаций** (± 3000 мкм/м)
- **усилий** (от 0,02 до 12000 кН)
- **перемещений**
линейных (от 0,4 до 16000 мм)
угловых (от 0 до 688°)
- **ускорений**
линейных (от $\pm 0,0028$ до ± 100000 м/с²)
угловых (от ± 3 до ± 2200 рад/с²)
- **частоты вращения** (от 60 до 130000 об/мин) и др. физических величин.



Стартовые комплексы
и ракеты-носители

ОАО «НИИФИ» - участник важнейших проектов, выполняемых в интересах экономики России:

- Создание интеллектуальных систем мониторинга и контроля состояния технически сложных объектов
- Разработка перспективных датчиков и преобразователей для особо жестких условий эксплуатации
- Создание технологии и производство распределенных пьезомодулей для встраивания в базовые несущие конструкции технически сложных объектов

Датчики. Преобразователи. Системы

Предупреждение возможности возникновения аварийных ситуаций на технически сложных объектах обеспечит их безопасную эксплуатацию, позволит исключить разрушение конструкций и гибель людей.



Обеспечение безопасности опорных конструкций мостов и других сооружений



Обеспечение безопасности АЭС



Обеспечение безопасности ГЭС

16+

Ежемесячный
метрологический
научно-технический
журнал

Основан в марте 2001 г.

Учредители



ООО "РИА "Стандарты
и качество"

Общероссийская
общественная организация
"Всероссийская
организация качества"

И.о. главного редактора
А.Я. Стефанова

Редакционный совет

Ю.В. Тарбеев, председатель
Ю.С. Васильев
М.В. Балаханов
И.Ф. Шишкин
Н.П. Муравская
Н.Н. Новиков
О.А. Сперанский
Н.Г. Томсон
В.П. Иванов

Ответственный секретарь
Е.Д. Куничева

Редактор
Е.А. Ремнева

Тел.: (495) 771 6652,
988 8434
Факс: (495) 771 6653
E-mail: mi@mirq.ru
mi.55@mail.ru

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-33231 от 26.09.2008

При перепечатке материалов
ссылка на журнал и его электронную
версию обязательна

Редакция не несёт ответственность
за содержание рекламы

Подписные индексы:

каталог агентства
"Роспечать" – 80407,
объединённый каталог – 39445

Подписано в печать 26.03.2013
Бумага мелованная матовая 60×90/8.
Печать офсетная. Усл. п. л. 8.
Тираж 1000. Свободная цена.
Заказ 126699.



Отпечатано в типографии "Вива-Стар".
107023, Москва,
ул. Электrozаводская, д. 20

© ООО "РИА "Стандарты и качество", 2013



ММЮ ИЗМЕРЕНИЙ

4 (146) 2013

ТЕМА НОМЕРА: НЕФТЬ И ГАЗ

М.В. Руденко, Ю.В. Никифоров

**Особенности метрологического обеспечения счётчиков газа
в Украине и Российской Федерации** 3

А.А. Стеценко, В.Л. Сорокопут, С.Д. Недзельский

**Влияние параметров рабочей среды на метрологические свойства
счётчиков газа** 7

О.А. Цыбульский

Импульсный счётчик-расходомер газа 11

Н.Л. Егоров

Альтернативная концепция узла учёта на устье нефтяной скважины 17

А.Ю. Балуев, В.В. Проккоев, А.И. Сабиров, И.А. Юманкин

**Измерительные системы на базе ультразвуковых многолучевых
преобразователей расхода для трубопроводных систем углеводородов** 21

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПОВ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ 33

НОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

А.А. Лоскутов, А.Н. Орлов, В.Е. Черепов

**Оптические измерения на координатно-измерительных машинах Werth
при помощи датчика обработки изображений** 38

ТЕОРИЯ. ИССЛЕДОВАНИЯ. ПРАКТИКА

Б.С. Могильницкий, В.Г. Шувалов

Возможности исследования наноструктур поверхности при отражении света 41

Э.И. Цветков

Правила выбора при измерениях с алгоритмической адаптацией 46

РОССИЙСКИЙ РЫНОК ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В.Н. Заболотнов, В.Т. Минлигареев

Средства измерений магнитных величин: аналитический обзор 52

DESIDERATA 61



В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Реклама в номере:

ЗАО "Алгоритм-Акустика" – 4-я с. обложки •
ЗАО НПФ "Уран" – 38, 39 •
ЗАО "НПЦентр" – 35 •
ЗАО "САРТОГОСМ" – 1-я с. обложки •
ЗАО "НПФ "Радио-Сервис" – 36 •
ОАО "НИИФИ" – 2-я с. обложки •
ООО "ВОК" – 32 •
ООО "Вэстстрой Экспо" – 63 •
ООО "Компания Эйком" – 3-я с. обложки •

РИА "Стандарты и качество" – 10, 20, 40, 45, 64

Подписка

принимается во всех отделениях связи

80407 каталог агентства "Роспечать"

39445 объединённый каталог

10968 каталог МАП "Почта России"



ММЮ Измерений

MEASUREMENTS WORLD

4 (146) 2013

MAIN FEATURE: OIL AND GAS

M.V. Rudenko, Yu.V. Nikiforov

Specifics of Measurement Support of Gas Meters in Ukraine and Russian Federation 3

A.A. Stetsenko, V.L. Sorokoput, S.D. Nedzelky

Impact of Work Environment on Metrological Properties of Gas Meters 7

O.A. Tsybulsky

Pulse Gas Flow Meter 11

N.L. Yegorov

Alternative Concept of Oil Wellhead Metering Unit 17

A.Yu. Baluyev, V.V. Prokkoyev, A.I. Sabirov, I.A. Yumankin

Measurement Systems Based on Multipath Ultrasonic Flow Transducers for Hydrocarbons Piping Systems 21

APPROVING TYPES OF MEASURING INSTRUMENTS 33

NEW MEASURING INSTRUMENTS AND EQUIPMENT

A.A. Loskutov, A.N. Orlov, V.Ye. Cherepov

Image Processing Sensor-Based Optical Measurements on Werth Coordinate Measuring Machines 38

THEORY. INVESTIGATIONS. PRACTICE

B.S. Mogilnitsky, V.G. Shuvalov

Possibility of Investigating Surface Nanostructures Based on Light Reflection 41

E.I. Tsevtkov

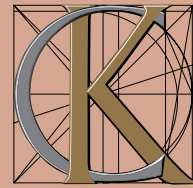
Choice Rules for Algorithmic Adjustment Measurements 46

RUSSIAN MARKET OF MEASURING INSTRUMENTS

V.N. Zabolotnov, V.T. Minligareyev

Measuring Instruments for Magnetic Quantities: Analytical Review 52

DESIDERATA 61



РИА СТАНДАРТЫ
И КАЧЕСТВО

Издатель

ООО "РИА "Стандарты
и качество"

Генеральный директор
Н.Г. Томсон

Редакция

И.о. главного редактора
А.Я. Стефанова

Ответственный секретарь
Е.Д. Кунина

Редактор
Е.А. Ремнева

Вёрстка

А.М. Федотов

Отдел маркетинга и рекламы

Директор
А.И. Анискин
(495) 988 06 89

Заместитель директора
А.И. Колесников

Менеджеры
Г.Л. Смирнова
Н.Н. Четвергова

Тел. (495) 771 66 52
Факс (495) 771 66 53
E-mail: reklama@mirq.ru
www.ria-stk.ru

Подписка

Н.В. Кунафеева
Тел.: (495) 506 8029
771 6652
600 8247

Факс: (495) 771 6653
600 8287

E-mail: podpiska@mirq.ru

Интернет-магазин

www.ria-stk.ru
www.mirkachestva.ru

Адрес редакции

115280, Москва
ул. Мастеркова, д. 4
"РИА "Стандарты и качество"

DUNS номер международной
системы идентификации
бизнесов D&B: 354699405

▶ IN THE NEXT ISSUE:
GEODETIC MEASUREMENTS

Subscribe
"Mir Izmereniy" (Measurements World)

In Russia, CIS, Baltic states
"Rospechat" Agency
www.rosp.ru

In other countries
"MK-Periodica" agency
www.periodicals.ru

Особенности метрологического обеспечения счётчиков газа в Украине и Российской Федерации

В качестве рабочих средств измерений, предназначенных для учёта потребления природного газа в сетях низкого, среднего и высокого давления, чаще всего применяются счётчики газа, отсчитывающие его количество в единицах объёма (метрах кубических и частях метра кубического). При этом измерения объёма газа производятся либо прямым, либо косвенным методом.

Прямой метод измерений основан на циклическом заполнении и опорожнении рабочих камер счётчиков, имеющих определённый мерный объём, и реализуется в счётчиках газа барабанного, диафрагменного (мембранного) и ротационного типов. Наиболее высокую точность имеют счётчики барабанного типа, однако они редко используются для учёта газа ввиду значительной стоимости и больших габаритных размеров. Такие счётчики применяются для измерений в условиях лабораторий, а также в качестве рабочих эталонов объёма газа, используемых при поверке счётчиков при минимальном расходе. Счётчики газа диафрагменного типа устанавливаются преимущественно в бытовых помещениях и коммунальных хозяйствах, где учёт пот-

ребления газа производится при относительно малых значениях расхода (0,016...40 м³/ч). Для коммерческого учёта газа в промышленных масштабах широко применяются счётчики ротационного типа, обладающие достаточно высокой точностью измерений как при малых, так и при средних значениях объёмного расхода (до 650 м³/ч).

Для измерений объёма газа при больших значениях расхода (до 6500 м³/ч и более) применяется, как правило, косвенный метод, основанный на измерении скорости потока газа, протекающего через счётчик. К числу таких счётчиков относятся достаточно распространённые в России и Украине счётчики турбинного типа, а также выпускаемые с недавнего времени ультразвуковые счётчики, в которых скорость потока газа определяется путём измерения разности времени прохождения сигнала по направлению потока и против него.

Все указанные типы счётчиков (кроме редко встречающихся счётчиков с элементами температурной компенсации) производят измерения объёма газа в рабочих условиях, т. е. при температуре и давлении, которы-

М.В. Руденко
Ю.В. Никифоров

*ИВФ "Темпо",
г. Ивано-Франковск, Украина*

Ключевые слова: природный газ; учёт потребления газа; методы и средства измерений объёма газа; счётчик газа; эталон; поверочная установка; гармонизованный кубический метр газа высокого давления

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЧЁТЧИКОВ ГАЗА В УКРАИНЕ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ми обладает газ в момент его протекания через счётчик. Само понятие “объём газа” имеет только геометрический смысл, т. к. объём измеренного количества газа, согласно уравнению газового состояния, зависит от условий его измерения. Поэтому коммерческие расчёты за потреблённый газ (в соответствии с ГОСТ 2939-63) ведутся по объёму, приведённому к стандартным условиям – температуре 20°C и давлению 101,325 кПа. Автоматический учёт значений объёма газа в рабочих и стандартных условиях, а также регистрация других измеряемых параметров осуществляются с помощью электронных корректоров или вычислителей объёма газа, подключаемых к импульсным выходам счётчиков и снабжённых датчиками температуры и давления. При этом отбор давления производится перед счётчиком газа или непосредственно в нём, а датчики температуры устанавливаются в счётчике или в соответствующих местах трубопровода, предусмотренных действующей нормативно-технической документацией.

Основопологающим нормативным документом в сфере учёта потребления газа в Украине является национальный стандарт ДСТУ 3383:2007 “Метрология. Государственная поверочная схема для средств измерений объёма и объёмного расхода газа”. Этот стандарт устанавливает порядок передачи размера единиц указанных величин от государственного первичного эталона (через комплекс вторичных и рабочих эталонов) к рабочим средствам измерений – счётчикам объёма газа, объёмным расходомерам и расходомерам-счётчикам газа.

Государственный первичный эталон, стоящий во главе поверочной схемы, представляет собой установку колокольного типа, снабжённую ин-

формационно-измерительным комплексом для измерения вертикального перемещения колокола, времени его перемещения, атмосферного давления, а также избыточного давления и температуры под колоколом и на испытательном участке [1]. Указанный тип эталона обеспечивает прямое и, следовательно, наиболее точное воспроизведение единицы объёма газа, т. к. её размер определяется при метрологической аттестации эталона путём непосредственного измерения внутренних геометрических размеров и длины перемещения колокола.

Передача размера единицы объёма газа от государственного первичного эталона к рабочим эталонам объёма газа может осуществляться или через вторичные эталоны, или при помощи транспортируемых эталонов передачи, или напрямую. При этом выбор способа передачи зависит от точности, конструктивных особенностей и местонахождения рабочего эталона.

В качестве рабочих эталонов, осуществляющих непосредственную передачу размера единицы объёма газа счётчикам газа, используются поверочные установки различных типов. При этом 80% всех применяемых в Украине рабочих эталонов составляют поверочные установки с эталонными счётчиками газа, 11% – установки колокольного типа, 6% – установки с критическими соплами и 3% – установки PVTt-типа.

Среди перечисленных вариантов рабочих эталонов наибольшую точность измерений обеспечивают колокольные установки (с пределом допускаемой погрешности до $\pm 0,15\%$), однако они имеют высокую стоимость, низкую производительность и требуют создания особых микроклиматических условий в помещении, где их размещают. Уникальным

примером рабочего эталона такого типа может служить эталон РКДУ-2,8, установленный в испытательном центре завода “Промприбор” в Ивано-Франковске (рис. 1). Этот эталон предназначен для поверки промышленных счётчиков газа в диапазоне объёмного расхода 50...6500 м³/ч, а его контрольный объём составляет 14 м³ при общем объёме 26 м³, что позволяет считать его одним из самых больших колокольных эталонов в Европе.

Наиболее удобными и вместе с тем максимально доступными средствами для групповой поверки счётчиков газа являются поверочные установки с эталонными счётчиками газа, изготовленными на базе измерителей турбинного, роторного и барабанного типов. Такие установки работают в широком диапазоне объёмного расхода (0,016...2500 м³/ч) и обеспечивают требуемую точность измерений объёма газа ($\pm 0,3\%$ для поверки промыш-



Рис. 1
Рабочий эталон РКДУ-2,8

ленных счётчиков и $\pm 0,5\%$ – для бытовых). К тому же производительность таких установок превышает производительность поверочных установок всех других типов. Это преимущество особенно важно для обеспечения массовой поверки бытовых счётчиков газа, общее количество которых в Украине уже превышает 9 млн шт. Среди оборудования такого типа можно выделить Установку компьютеризированную для определения и контроля метрологических характеристик счётчиков газа “Темпо-3”, выпускаемую серийно и занесённую в государственные реестры Украины, Российской Федерации, Республики Беларусь и других стран СНГ. Установка предназначена для групповой поверки бытовых (до 10 шт.) и коммунальных счётчиков газа в диапазоне расхода 0,016...40 м³/ч и выпускается в нескольких исполнениях, разработанных для разного типа счётчиков. Поверка этих счётчиков проводится с помощью датчиков импульсов, устанавливаемых на счётчики или вмонтированных в зажимные приспособления установки, либо с импульсных выходов счётчиков, либо путём введения их показаний в компьютер при помощи дистанционной клавиатуры. Расширенные функциональные возможности установки позволяют успешно использовать её не только на многих газовых предприятиях, но и на некоторых заводах – производителях счётчиков, например в ОАО “Новогрудский завод газовой аппаратуры”, Республика Беларусь (рис. 2).

Поверка установок “Темпо-3”, как и других установок с эталонными счётчиками газа, может осуществляться либо поэлементным, либо комплектным способом. При поэлементном способе поверки определяют суммарную погрешность установки, рассчитанную на основании резуль-

татов поверки всех её измерительных средств. При этом каналы измерения температуры и давления поверяют на месте, а эталонные счётчики газа демонтируют с установки и направляют в соответствующий метрологический орган для проведения их поверки на государственном первичном или вторичном эталоне. При комплектном способе поверки определяется уровень эквивалентности установки с использованием эталонов передачи, которые аттестуют на государственном первичном эталоне, после чего транспортируют к месту поверки и присоединяют к воздушному тракту установки вместо поверяемых счётчиков газа. Таким образом, действующая в Украине поверочная схема обеспечивает чётко прослеживаемую передачу размера единицы объёма газа от государственного первичного эталона к рабочим эталонам и рабочим средствам измерений – счётчикам газа.

В отличие от Украины, где во главу государственной поверочной схемы поставлен эталон колокольного типа, в основе поверочной схемы, действующей в Российской Федерации, стоит государственный первичный эталон единиц объёмного и массового расхода, представляющий собой комплекс из 3 эталонных устано-

вок [2]. При этом исходная эталонная установка предназначена для калибровки (или поверки) эталонных критических сопел, а 2 другие установки содержат наборы эталонных сопел, откалиброванных на исходной установке, и отличаются друг от друга диапазоном воспроизводимых массового и объёмного расхода. Принцип действия исходной эталонной установки основан на измерении массы газа, перепускаемого в гидростатически уравновешенный газоприёмный резервуар в течение определённого измеряемого промежутка времени (рис. 3). Другими словами, государственный первичный эталон производит прямые измерения не объёмного, а массового расхода газа.

Вследствие этого ГОСТ 8.618-2006 “Государственная поверочная схема для средств измерений объёмного и массового расхода газа” предусматривает в качестве рабочих средств измерений только расходомеры и расходомеры-счётчики газа и не распространяется на счётчики объёма газа. Сложившуюся ситуацию можно назвать парадоксальной, т.к. основным метрологическим средством учёта потребления газа в промышленности и сфере быта являются именно счётчики газа, производящие его отсчёт в единицах объёма. Эти счётчики по-



Рис. 2
Применение “Темпо-3” в ОАО “Новогрудский завод газовой аппаратуры”