

Метрологическая надежность методов измерений расхода и количества природного газа и узлов учёта на их базе – основа продуктовой линейки ООО «РАСКО Газэлектроника»

Золотаревский С.А., к.т.н.,
директор по развитию ООО «НПФ «РАСКО»



Осипов А.С., к.э.н.,
генеральный директор
ООО «РАСКО Газэлектроника»



В настоящее время известно и применяется на практике достаточно большое число методов измерений расхода и количества природного газа. Одни известны достаточно давно, а средства измерений на их основе применяются 100 лет и более. Другие появились в последние десятилетия и даже годы, но уже нашли достаточно широкое применение, как в быту, так и в промышленности. Естественно, перед потребителями и эксплуатирующими организациями возникает вопрос: средства измерений на базе каких методов целесообразно применять в каждом конкретном случае?

Литература:

- [1] Золотаревский Сергей Алексеевич, к.т.н., генеральный директор ООО «НПФ «РАСКО», Гушин Олег Григорьевич, к.т.н., управляющий по качеству ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника» // Организация учёта природного газа. Основные принципы, методы и средства обеспечения метрологической надёжности узлов коммерческого учёта газа // Ежегодный сборник научных статей, выпускаемый ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника», 2012 г.
- [2] Золотаревский С.А., к.т.н., генеральный директор ООО «НПФ «РАСКО», Гушин О.Г., к.т.н., управляющий по качеству, ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника» // О применении струйного автогенераторного метода измерения в бытовых счётчиках газа и поверочных установках // Ежегодный сборник научных статей, выпускаемый ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника», 2012 г.

В данной статье предпринята ещё одна (см. также, например, статью [1]) попытка ответить на него, исходя из основного принципа традиционной метрологии: обеспечения максимальной метрологической надёжности приборов учёта газа в реальных условиях эксплуатации в течение всего срока их службы, под которой для средств измерений понимается обеспечение измерений с паспортной погрешностью в течение всего межповерочного интервала. Причём не только в стендовых (по сути, тепличных) условиях, но и в реально существующих в эксплуатации, при воздействии на них таких влияющих факторов как загрязнение, изменение температуры и влажности газа, вибрация, акустические шумы, электромагнитные помехи и т.д.

До середины 20-го века для учёта объёма потребляемого природного газа использовались счётчики объёма газа трёх типов:

- диафрагменные – для учёта газа в бытовом и коммунальном секторе;
- ротационные – в коммунальной сфере и промышленности;
- турбинные – в промышленности.

При этом коррекция показаний данных приборов по давлению и температуре, с приведением показаний приборов к нормальным условиям, производилась или вручную, с использованием показаний самописцев, регистрирующих изменение температуры и давления газа на специальных диаграммах, или с применением сложных механических корректоров объёма газа.

Кроме этого, для учёта газа, особенно в газопроводах больших диаметров применялись расходомеры переменного перепада давлений, измеряющие перепад давлений на сужающих устройствах: стандартной диафрагме, трубке Вентури, сопле Витошинского и т.д. Однако необходимо отметить, что указанный перепад давлений пропорционален так называемому полумассовому расходу pv^2 , где p – плотность газа, а v – скорость газа, пропорциональная расходу Q газа через измерительное сечение. Таким образом, для того, чтобы измерить объём газа, прошедшего через измерительное сечение такого прибора, необходимо было не только знать и постоянно контролировать плотность газа, (а она, как известно, зависит не только от давления и температуры, но и от состава газа и может меняться в достаточно широких пределах), но и одновременно измерять давление p и температуру T газа, а из полученного после всех указанных корректировок результата извлечь квадратный корень. Соответственно, погрешность измерения объёма газа таким устройством даже в узком диапазоне измерения достигала 4-5% и более, а стоимость устройства была явно неконкурентоспособной по сравнению с устройствами, упомянутыми выше.

Взрывоподобное развитие в конце XX-го – начале XXI-го века электроники и сенсорики, базирующееся на достижениях полупроводниковой промышленности и цифровой техники, привело не только к появлению первых электронных корректоров объёма газа, но и новых методов измерения расхода и количества природного газа (рис.1): вихревых, ультразвуковых, струйных автогенераторных, тепловых (микротермальных), кориолисовых, которые ранее если и применялись, то только для измерения расхода и количества жидкостей, плотность которых на два-три порядка выше плотности газа. Эти же достижения позволили создать ряд электронных приборов измерения давления и перепада давлений нового поколения, в т.ч. повышенной точности и многопредельных, что, на определённом этапе, обеспечило сохранение расходомерами переменного перепада давлений своих позиций при измерении объёма газа в трубопроводах больших диаметров, где применение, например, турбинных расходомеров было невозможно или нецелесообразно.

Соответственно, выбор вариантов исполнения приборов учёта газа в последние годы резко вырос, а газовый рынок, ранее всегда отличавшийся своей консервативностью (слишком дорого здесь обходятся ошибки!), оказался «наводнён» приборами учёта газа различного типа. При этом далеко не все из новых приборов учёта газа, прежде всего, базирующихся на новых методах измерения, как показали результаты эксплуатации, выдержали испытание временем в процессе эксплуатации.

Указанная ситуация, имевшая место не только в сегменте учёта природного газа, но и в других областях (учёта жидкости, пара и т.д.), позволила ведущим разработчикам и наиболее компетентным потребителям сформулировать основные критерии оценки метрологической надёжности к приборам учёта энерго-ресурсов, а также других сред, что особенно важно в настоящее время, т.к. тенденция применения новых достижений науки и технических решений на их основе сохраняется и даже усиливается.

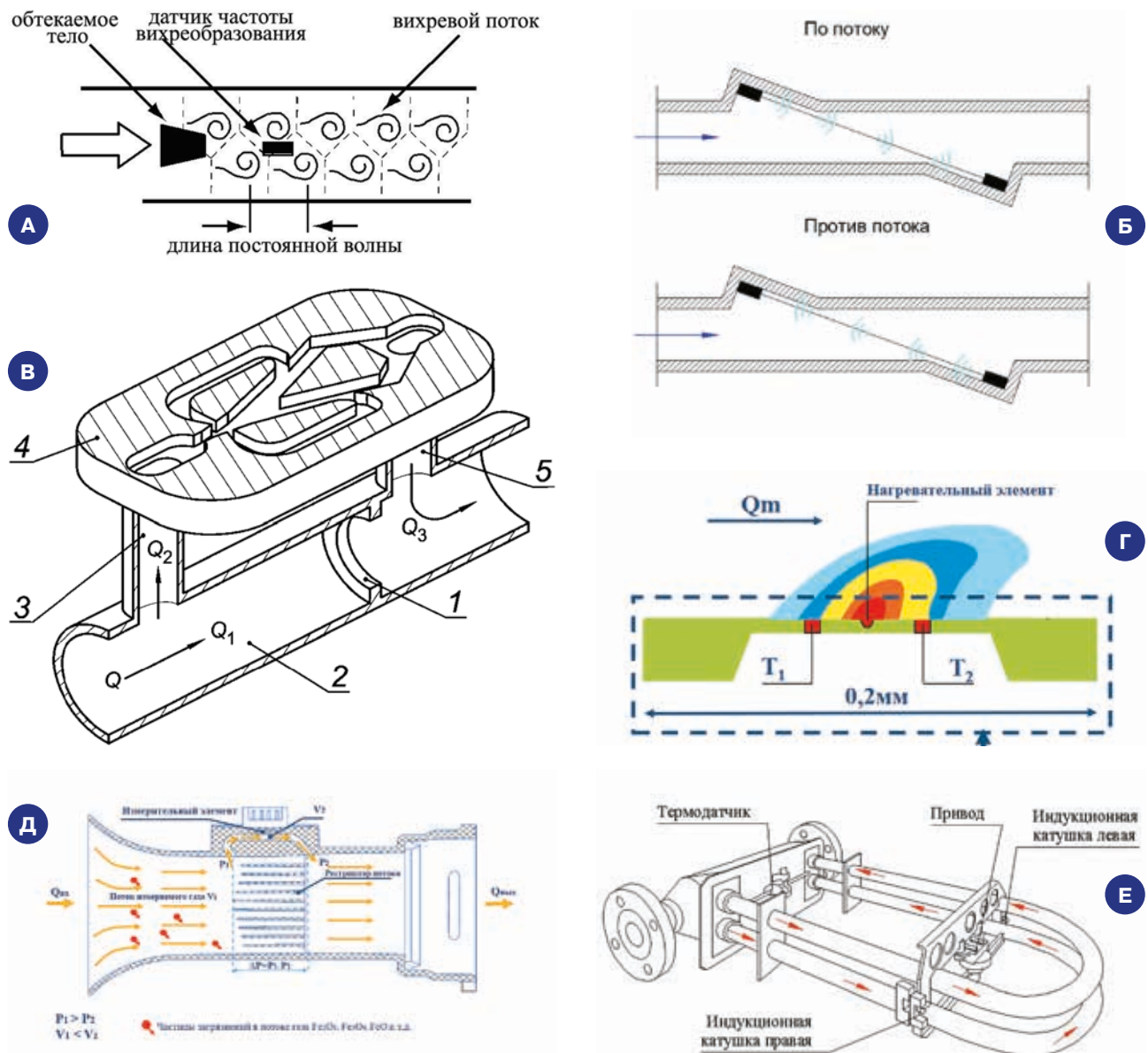


Рис. 1. Конструктивные схемы новых методов измерения расхода и количества газа: объёмного – а) вихревого, б) ультразвукового, в) струйного автогенераторного, массового – г) и д) микротермального, е) кориолисового.

Применительно к приборам учёта природного газа данные критерии оценки сводятся в основном к следующему:

1. Наивысшую метрологическую надёжность имеют полнопоточные средства измерений расхода, т.е. те, через измерительное сечение которых проходит весь измеряемый поток. Метрологическая надёжность парциальных расходомеров априори ниже, чем полнопоточных. И эта разница тем больше, чем меньше доля расхода, проходящего через измерительное сечение парциального расходомера.

2. Метрологическая надёжность расходомеров и счётчиков, реализующих прямой метод измерения, априори выше, чем у расходомеров и счётчиков, реализующих косвенный метод измерений. При этом, учитывая появившиеся в последнее время новые толкования того, какие методы измерений являются прямыми, а какие косвенными, определимся, что под счётчиками, реализующими прямой метод измерений объёма газа понимаются устройства, в которых проходящим со входа на выход потоком газа попеременно заполняются одна или несколько измерительных камер известного объёма. Соответственно, прошедший через устройство объём газа пропорционален количеству циклов наполнения-опорожнения. И никакие другие! Данный метод используется в барабанных, мембранных (камерных) и ротационных счётчиках газа.

3. Из приборов, реализующих косвенные методы измерений (точнее – вычисления!) объёма газа, наивысшей метрологической надёжностью обладают счётчики газа, в которых вычисление объёма газа производится умножением «естественного» сигнала счётчика, прямо пропорционального скорости потока газа в измерительном канале, на коэффициент, прямо пропорциональный площади измерительного канала. К таким приборам относятся турбинные, вихревые и ультразвуковые расходомеры-счётчики газа.

4. Метрологическая надёжность прибора в условиях эксплуатации тем выше, чем меньше влияние на его показания любых искажений эпюры скоростей потока на его входе (например, после установленных перед ним гидросопротивлений – одиночного или сдвоенного колена, частично открытого шарового крана, неподвижного закручивающего устройства и т.д.), а также внешних или внутренних (гидродинамических) шумов, вибрации, электромагнитных помех и т.д. Вполне очевидно, что наивысшую защиту от воздействия указанных факторов имеет диафрагменный или ротационный счётчик с механическим отсчётным устройством. Именно это определяет такую феноменальную живучесть этих, по сути, самых древних приборов, с которой, в силу конструктивных особенностей, может сравниться только турбинный счётчик газа с аналогичным отсчётным устройством.

Анализ технических характеристик применяемых в настоящее время приборов учёта газа на соответствие указанным критериям показывает, что, как ни парадоксально, ни один из приборов учёта газа, использующих новые методы измерений (вихревой, ультразвуковой, струйный автогенераторный, тепловой), не может сравниться с перечисленными выше «традиционными» методами учёта газа камерного типа по данным параметрам. Как и по ещё одному достаточно важному параметру – энергонезависимости: ни один другой из рассматриваемых здесь методов измерений не может работать без использования

внешнего источника энергии, сетевого или батарейного. При этом следует понимать, что потенциальная уязвимость метода измерений и реализующего данный метод прибора – это не только уменьшение метрологической надёжности само по себе, но и «окно возможностей» для не вполне чистоплотных «специалистов», желающих манипулировать показаниями счётчика газа в своих интересах.

Одновременно по результатам эксплуатации выявились и конструктивные особенности некоторых приборов учёта, влияющие на метрологическую надёжность. Например, основной «болезнью» парциальных расходомеров, в которых через измерительный канал проходит только небольшая часть от общего расхода через устройство (в некоторых случаях – всего несколько процентов), является постепенное «зарастание» именно этого канала, а как результат – перераспределение расходов между измерительным и байпасным каналами и занижение показаний прибора, при этом потребитель начинает меньше платить, а газоснабжающая организация – недополучать денежные средства за поставляемый газ. К приборам парциального типа можно отнести струйные автогенераторные и микротермальные счётчики газа, конструктивные схемы которых представлены на рис. 1в и 1д. Конкретные примеры метрологических рисков, возникающих при эксплуатации парциальных расходомеров-счётчиков газа представлены, в частности, в статье [2]. На заимствованных из указанной статьи рис. 2 и рис. 3 приведены результаты испытаний, проведённых на стендах ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроники» и Коломенского ЦСМ, представленных на

Зависимость погрешности струйного РСГ с максимальным расходом 1,6 м³/ч от расхода при разных температурах

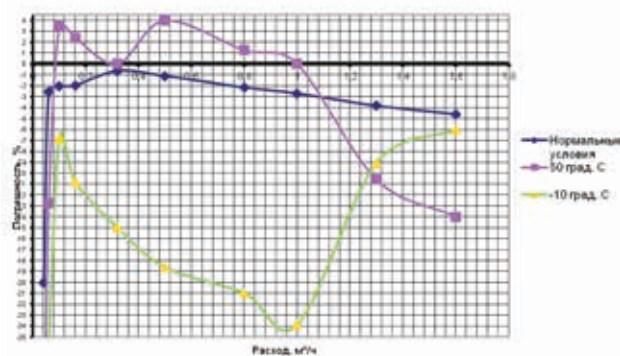


Рис. 2. Зависимость погрешности струйного автогенераторного счётчика газа G1,6 от температуры

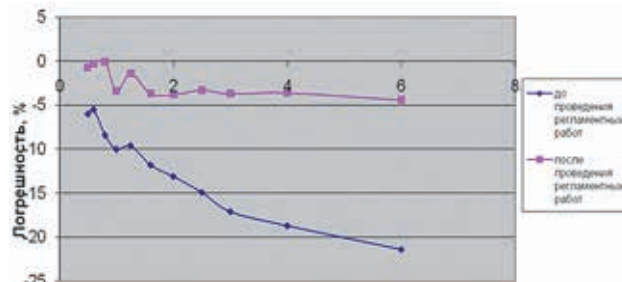


Рис. 3. Погрешность струйного автогенераторного расходомера-счётчика до и после проведения регламентных работ

поверку струйных автогенераторных счётчиков РС-СП-А, основная погрешность которых до проведения регламентных работ, заключававшихся прежде всего в очистке проточной части, как и температурная погрешность уже очищенного от загрязнений прибора, превышала 25%. О какой метрологической надёжности здесь вообще может идти речь?

Ещё одной «болезнью» струйных автогенераторных, а также вихревых и ультразвуковых расходомеров и счётчиков газа на их основе является потенциальная чувствительность к внешним и внутренним шумам и вибрациям. У целого ряда приборов данных типов, выпускавшихся ещё 8-10 лет назад, данный недостаток наглядно проявлялся в виде «самохода», т.е. увеличения показаний счётчика при отсутствии расхода газа через него. Сейчас такое встречается редко, но это не значит, что проблема полностью решена. Скорее, она просто скрыта от посторонних глаз командой запрета на изменение показаний при отсутствии расхода. Однако, эта «особенность» может проявляться в процессе эксплуатации. Такие случаи хорошо известны. Но для того, чтобы их выявить, необходимо последовательно с таким прибором установить дополнительный эталонный счётчик газа другого типа, например, турбинный. Это и было сделано на одном из сахарных заводов Тамбовской области. В результате было установлено, что ультразвуковой счётчик одного из российских производителей, нормально работающий в условиях поверки на предприятии-изготовителе, в реальных условиях эксплуатации, где присутствуют промышленная вибрация и акустические помехи, завывшал показания почти на 20%. Как результат, замена счётчика по решению суда и компенсация предприятия избыточно перечисленных средств. Но стоит ли доводить до этого?

Перечисленные недостатки особенно сложно устранимы при малых давлениях газа, когда его плотность максимально низка и, соответственно, регистрируемые сенсорами давления или температуры инновационных приборов отношения «полезный сигнал/шум» минимальны. Неслучайно поэтому даже мировые лидеры по разработке и производству ультразвуковых расходомеров не рекомендуют применять свои приборы для учёта газа при его давлении ниже 0,8 атм.

Таблица 1. Мировой опыт применения счётчиков газа различных типов (компиляция осреднённых оценочных значений из различных источников)

Сегмент рынка	Типы счетчиков газа	Доля от общего количества, %		
		Всего	Европа	Азия
Бытовой	Диафрагменные	80-85	80-85	80-85
	Ультразвуковые	9-12	7-10	10-14
	Микротермальные	4-6	5-7	3-5
Коммунальный	Диафрагменные	40-50	40-45	45-50
	Ротационные	35-40	40-50	40-45
	Ультразвуковые	7-10	5-8	8-12
	Микротермальные	2-3	3-5	1-2
Промышленный	Ротационные	65-70	60-70	65-75
	Турбинные	15-25	15-25	20-25
	Ультразвуковые	10-20	15-20	5-10
	Вихревые	5-7	4-5	5-10

Приводя соответствующие примеры, мы не хотим утверждать, что, например, вихревые или ультразвуковые счётчики газа заведомо хуже, чем ротационные или турбинные. Совсем нет. У них есть вполне очевидные преимущества:

- отсутствие подвижных частей;
- нечувствительность к пневмоударам;
- малая невозвратимая потеря напора (у ультразвуковых счётчиков газа);
- работоспособность на загрязнённом газе (у вихревых счётчиков газа);
- возможность беспроточной имитационной поверки (у вихревых и ультразвуковых счётчиков газа);
- меньшие затраты на техническое обслуживание в процессе эксплуатации и т.д.

И этими преимуществами, безусловно, нужно пользоваться. Тем более, что, по мере внедрения новых технологий, область применения инновационных методов измерений расхода и объёма природного газа неуклонно расширяется. Так, в частности, вихревые расходомеры в ряде случаев незаменимы при измерении расхода попутного газа, а ультразвуковые расходомеры в последние годы отлично зарекомендовали себя в качестве приборов учёта в магистральных газопроводах высокого давления.

Тем не менее, приборы, реализующие традиционные методы измерений, по-прежнему надёжно сохраняют высокую конкурентоспособность в качестве приборов коммерческого и технологического учёта. Естественно, в случае дооснащения их современными электронными корректорами объёма газа и блоками телеметрии, что обеспечивает их успешную интеграцию в региональные и отраслевые системы контроля, сбора и обработки информации о режимах газопотребления. Тем более, что развитие науки и техники коснулось и областей механической обработки: современные диафрагменные, ротационные, турбинные счётчики газа существенно надёжнее и точнее своих предшественников. В то же время современные методы контроля качества технологических процессов изготовления на всех этапах, а также, новые конструкционные материалы не только значительно увеличили срок службы приборов, но и существенно сократили затраты на их техническое обслуживание в процессе эксплуатации.

Именно поэтому (таблица 1) рынок приборов учёта газа в Германии распределён (информация получена из доступных авторам открытых источников) между приборами учёта различных типов следующим образом: ►

Тип счётчика	Марка	Дн, мм	Типоразмер	Корректор	Комплекс
Диафрагменный	ВК	20 - 80	G1,6 – G100	ТС220	СГ-ТК
Ротационный	РГ-Р	50 - 200	G16 – G1000	ТС220, ЕК270	СГ-ТК/СГ-ЭК
Ротационный	РАВО	50 - 200	G16 – G1000	ТС220, ЕК270	СГ-ТК/СГ-ЭК
Ротационный	RVG	50 - 150	G16 – G400	ТС220, ЕК270	-
Турбинный	РГ-Т	50 - 300	G16 – G1000	ЕК270	СГ-ТК/СГ-ЭК

ротационные – 60-70%, турбинные – 10-20%, ультразвуковые – 10-20%. Похожая ситуация в Италии, Франции, Китае, США. В то же время в Республике Корея ротационные счётчики занимают 70-75% рынка, турбинные – 20-25%, а ультразвуковые практически не применяются. При этом ни в одной из перечисленных стран нет и в ближайшем будущем не предполагается существенного изменения ситуации на рынке в пользу новых методов измерений объёма газа, а основные усилия сосредоточены на повышении технического уровня и надёжности систем телеметрии, сбора и обработки информации.

ООО «РАСКО Газэлектроника», с момента своего основания в 1996 г., занимается разработкой и производством приборов учёта газа, имеющих наивысшую метрологическую надёжность, именно этим всегда отличалось от многих своих конкурентов на российском рынке, и именно это в итоге определило место нашего предприятия, как многолетнего лидера на рынке приборов учёта газа в коммунально-бытовом и промышленном сегментах рынка. В настоящее время предприятие остаётся верным этим традициям, а выпускаемая продукция, как и прежде, отвечает самым высоким требованиям по качеству, надёжности и стабильности метрологических характеристик.

Исходя из данной концепции на производство приборов учёта природного газа, имеющих наивысшую метрологическую надёжность, ООО «РАСКО Газэлектроника» предлагает в настоящее время следующие счётчики газа и измерительные комплексы на их основе (таблица 2).

В то же время, учитывая современные тенденции и имея возможность работать в тесном партнёрстве с мировыми лидерами в разработке и производстве современных приборов учёта газа, которые встречено видят в нашем предприятии одного из лидеров России в данном сегменте рынка (принцип «Лучшие выбирают лучших!»), ООО «РАСКО Газэлектроника» в настоящее время разрабатывает ультразвуковой Смарт-счётчик ВК-У и промышленный ультразвуковой счётчик РГ-У. Однако и при их разработке мы продолжаем следовать концепции обеспечения высочайшей метрологической надёжности.

Подводя итог представленным в статье аргументам и фактам, считаем необходимым отметить:

1. Основу продуктовой линейки ООО «РАСКО Газэлектроника», как и прежде, составляют полнопоточные счётчики газа – диафрагменные, ротационные, турбинные – как обладающие наивысшей метрологической надёжностью в условиях эксплуатации.

2. Искажения эпюры скоростей на входе и выходе счётчиков газа, обусловленные изгибом

газопроводов или наличием в них гидросопротивлений, не влияют на метрологические характеристики диафрагменных и ротационных счётчиков газа или минимальны по сравнению с вихревыми или ультразвуковыми. Это не только снижает метрологические риски эксплуатации приборов, но и обеспечивает возможность уменьшения габаритов и металлоёмкости узлов учёта газа на их основе.

3. Диафрагменные, ротационные и турбинные счётчики газа производства ООО «РАСКО Газэлектроника» не только полностью энергонезависимы, но и обладают повышенной устойчивостью к воздействию внешних акустических шумов, вибраций и электромагнитных полей.

4. Особенности российских условий эксплуатации, прежде всего, возможное наличие в измеряемом природном газе механических примесей: продуктов коррозии стальных газопроводов, повышенной влажности, вплоть до образования конденсата и льда (особенно, зимой), предопределяют повышенные метрологические риски применения в данных условиях счётчиков газа парциального типа, особенно тех, в которых через измерительный канал счётчика проходит расход газа существенно меньший, чем через байпасный канал.

5. Новые типы счётчиков газа, предназначенные для применения в бытовой и коммунальной сфере, а значит – предлагаемые взамен диафрагменных и ротационных счётчиков газа, кроме полнопоточной конструкции, не должны, как и заменяемые аналоги, требовать наличия прямых участков газопроводов до и после счётчика.

В заключении необходимо сказать, что наиболее распространённым типом расходомерных станций, которые установлены на большинстве предприятий-производителей приборов учёта газа, а также во многих метрологических центрах, являются установки, в которых показания поверяемых приборов сравниваются с показаниями эталонных, так называемых «мастер-счётчиков». При этом в качестве таких «мастер-счётчиков» применяются практически исключительно ротационные и турбинные счётчики газа. Именно по причине их наивысшей метрологической надёжности в течение всего времени эксплуатации. Так что, коллеги, если вы заинтересованы в достоверном учёте газа на вашем предприятии, без рисков «неожиданного» увеличения газопотребления по непонятным причинам и других подобных событий, если не хотите, чтобы показания ваших приборов зависели от близости проведения сварочных работ или уровня акустических шумов и вибраций в результате работы вашего технологического оборудования, делайте выводы! В том числе – с учётом информации, приведённой в данной статье. ■



БЫТОВЫЕ И КОММУНАЛЬНЫЕ ДИАФРАГМЕННЫЕ СЧЕТЧИКИ ГАЗА

ВК

Возобновлено
полномасштабное
производство!



- Широкий ряд типоразмеров – от G1,6 до G100 с диапазоном расходов – от 0,016 до 160 м³/ч;
- Сертификат об утверждении типа средств измерений № 84689-22;
- Исполнения с левым и правым направлениями потока газа;
- Механическая температурная компенсация в исполнении Т;
- Дополнительная защита от механических вмешательств;
- Высокая точность измерений;
- Энергонезависимость;
- Подключение датчика импульсов и электронного корректора для использования счетчика в системах дистанционной передачи данных;
- Низкая потеря давления при работе счетчика на всех расходах;
- Малая чувствительность к загрязнениям газа;
- Высокая коррозионная стойкость металлических элементов и эксплуатационная надежность синтетических материалов;
- Межповерочный интервал – 10 лет.



ООО НПФ «РАСКО»
125464, г. Москва, ул. Митинская, д. 12
125373, г. Москва, Походный пр-д, д. 14
+7 (495) 970-16-83 :: +7 (499) 959-16-83
info@packo.ru :: www.packo.ru



ООО «РАСКО Газэлектроника»
607220, Нижегородская обл.,
г. Арзамас, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 8а
8 800 234-98-01 :: +7 (83147) 7-98-00
info@gaselectro.ru :: www.gaselectro.ru