

УДК 681.121:006.364

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЁМА И ОБЪЁМНОГО РАСХОДА ГАЗА ПРИ ПЕРЕХОДЕ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ КЛАССА ТОЧНОСТИ 1,0

© Яковлев В.И., Панфилов Г.С., 2001

Донецкий государственный центр стандартизации, метрологии и сертификации

Приводится анализ состояния действующей нормативной базы Украины, регламентирующей обеспечение единства измерений объёма и объёмного расхода газа при переходе к средствам измерительной техники (СИТ) класса точности 1,0; отмечаются её недостатки. Предложены пути решения актуализации существующей нормативной базы.

Задача повышения точности измерения расхода и количества природного газа на сегодняшний день является одной из актуальнейших для народного хозяйства Украины. По объёмам потребления импортируемого природного газа Украина занимает третье место в мире и первое в пересчёте на одного жителя. По оценке известных специалистов, только повышение точности измерения количества природного газа, который поступает из России, всего на 0,1% позволит сэкономить Украине свыше 10 млн. долларов США в год [1, 2].

Вместе с тем и после выхода приказа Госнефтегазпрома Украины №103 от 19.06.97, зарегистрированного в Минюсте Украины 20.08.97 №329/2133, и переоснащения предприятиями своих коммерческих узлов учёта природного газа СИТ класса точности 1,0 эта проблема не была решена в полном объёме.

Как известно, краеугольным камнем метрологического обеспечения СИТ является государственная поверочная схема. В нашем случае порядок передачи размера единицы объёма и объёмного расхода газа по всем ступеням метрологической цепи на Украине определяется поверочной схемой согласно ДСТУ 3383-96 “Метрология. Государственная поверочная схема для средств измерений объёма и объёмного расхода газа”.

Этот стандарт устанавливает назначение государственного специального эталона, комплекс основных СИТ, которые входят в его состав, основные метрологические характеристики эталонов и порядок передачи размера единицы объёма и объёмного расхода газа от государственного специального эталона при помощи образцовых средств измерительной техники рабочим средствам с указанием погрешностей и основных методов поверки.

Однако, с выходом Закона Украины “О метрологии и метрологической деятельности”

появилась настоятельная необходимость издания новой уточненной редакции ДСТУ 3383-96 “Метрология. Государственная поверочная схема для средств измерений объёма и объёмного расхода газа”, который перестал отвечать требованиям действующих нормативных документов в части терминологии.

Многочисленность и разнообразие типоразмеров и условий эксплуатации, территориальная разбросанность применяемых приборов учёта газа приводят к необходимости передачи значений объёма и объёмного расхода газа через промежуточные звенья. Поэтому в государственной поверочной схеме устанавливается четыре уровня: эталоны; рабочие эталоны, заимствованные из других поверочных схем; рабочие эталоны измерения объёма и объёмного расхода и рабочие СИТ (здесь и далее используется терминология в соответствии с Законом Украины “О метрологии и метрологической деятельности”).

Воспроизведение единицы объёма и объёмного расхода газа осуществляется специальным эталоном, а передача его размера рабочим СИТ - при помощи рабочих эталонов. В качестве рабочих эталонов применяются колокольные расходомерные установки, эталонные счётчики газа, поверочные установки и эталонные расходомеры.

Рабочими СИТ служат счётчики и расходомеры газа, выпускаемые промышленностью, находящиеся в эксплуатации и получаемые по импорту. Пределы допускаемых относительных погрешностей рабочих СИТ объёма (счётчиков газа) составляют $0,6 \div 3,0$ %, а для рабочих СИТ объёмного расхода (расходомеров) $0,6 \div 4,0$ %. Основные требования к рабочим эталонам для проверки счётчиков газа изложены в ГОСТ 8.324-78 “ГСИ. Счётчики газа. Методы и средства проверки”. Принимая во внимание, что этот стандарт действует

без пересмотра уже более 20 лет, понятно, что терминология и требования, которые в нём изложены, не могут отвечать современным условиям. В качестве примера рассмотрим требования к шкале установки с колокольным газовым мерником 2-го разряда. В соответствии с этим стандартом шкалы мерников и цены делений установок в зависимости от номинальных объёмов приведены в табл. 1.

Каждая пятая отметка шкалы выделяется длинным штрихом, а каждая десятая - оцифровывается. Нулевая отметка должна быть нанесена вверху шкалы; на последних пяти промежутках наносятся дополнительные штрихи на

расстояниях, соответствующих 0,1 цены наименьшего деления.

Погрешности шкалы колокола газового мерника в зависимости от номинального объёма не должны быть более:

$\pm 0,1\%$ - для отдельных делений шкалы, ограниченных числовыми отметками;

$\pm 0,15\%$ - для любой группы из двух смежных делений шкалы, ограниченных числовыми отметками;

$\pm 0,2\%$ - для любой группы из трёх смежных делений шкалы, ограниченных числовыми отметками.

Таблица 1 – Шкалы мерников и цены делений установок.

Номинальный объём, м ³	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	5,0	10,0
Цена оцифрованного деления, дм ³	10	50	50	50	100	100	100	100	100	100	200	500	1000
Цена наименьшего деления, дм ³	1	5	5	5	10	10	10	10	10	10	20	50	100

Поскольку в современных установках визуальные методы отсчёта показаний шкалы не используются, а применяются оптикоэлектронные методы снятия показаний шкалы, то вышеуказанные требования к её оцифровке, выделение длинных штрихов и т.п. не имеет смысла.

Обращает на себя внимание и такой парадоксальный факт как существование одновременно двух формул для перерасчёта объёмного количества природного газа, который прошёл через счётчик типа РГ в рабочих условиях, в объёмные единицы при нормальных условиях по ГОСТ 2939-63 “Газы. Условия для определения объёма”, а именно:

$$V_n = V_p \cdot \frac{P \cdot T_n}{T \cdot Z \cdot P_n}, \quad (1)$$

$$V_n = 0,3855 \cdot V_p \cdot P / T, \quad (2)$$

где V_p - разность показаний счётчика за период измерения, P - абсолютное давление измеряемого газа; T - абсолютная температура измеряемого газа, P_n - нормальное давление в соответствии с ГОСТ 2939-63, T_n - нормальная температура в соответствии с ГОСТ 2939-63, Z - коэффициент сжимаемости данного газа.

Сравнивая формулы (1) и (2), не трудно заметить, что формула (2) в отличие от формулы (1) не учитывает поправку на коэффициент сжимаемости газа. Между тем, эта поправка может

составить значительную величину и существенно изменить результаты расчета при больших расходах газа.

При этом с одной стороны, электронные корректоры газа осуществляют перерасчёт по формуле (1), а, с другой стороны, письмо НАК “Нефтегаз Украины” №16/3121-4253 от 03.01.99 указывает, что, если абсолютное давление газа выражено в мм рт.ст., коэффициент 0,3855 в формуле (2) должен быть равен 0,3857.

Таким образом, обе эти формулы предлагаются для перерасчёта показаний счётчиков газа типа РГ класса точности 1,0 к нормальным условиям, что вносит системное противоречие в сам принцип единства измерений.

Третьим основополагающим документом в области учёта газа является РД 50-213-80 “Правила измерения расходов газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами”.

Для иллюстрации проблематики работы в соответствии с этим документом рассмотрим следующий пример. Предположим, что необходимо сделать “прямой расчёт” стандартного сужающего устройства (диафрагмы) с угловым способом отбора перепада давления. Конечным результатом такого расчёта является определение диаметра отверстия диафрагмы d_{20} . Но, с другой стороны, для определения d_{20} нам необходимо знать коэффициент расхода α_y , который согласно п.5.1.2 РД 50-213-80 “Правила измерения расходов газов и

жидкостей стандартными сужающими устройствами” определяется по нижеприведенным формуле (3) или формуле (4) в зависимости от диаметра отверстия диафрагмы, который заранее не известен и для его определения собственно и выполняется “прямой расчёт”:

$$\alpha_y = \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \times \left[\begin{array}{l} 0,5959 + 0,0312 \times m^{1,05} - \\ -0,1840 \times m^4 + \\ + 0,0029 \times m^{1,25} \times \left(\frac{10^6}{Re} \right)^{0,75} \end{array} \right], \quad (3)$$

$$\alpha_y = \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} \times \left[\begin{array}{l} 0,5959 + 0,0312 \times m^{1,05} - \\ -0,1840 \times m^4 + \\ + 0,0029 \times m^{1,25} \times \left(\frac{10^6}{Re} \right)^{0,75} \end{array} \right] \times k_n, \quad (4)$$

где m - относительная площадь сужающего устройства, Re - число Рейнольдса, k_n - поправочный множитель на притупление входной кромки.

Таким образом, существующие нормативные правила (РД 50-213-80) не дают пользователю прямых указаний относительно определения диаметра отверстия диафрагмы одновременно с выполнением условий п. 5.1.2 указанного выше РД50-213-80. Соответственно, эти правила несут в себе внутреннее противоречие, которое не позволяет обеспечить корректность выполняемых расчётов.

Кроме того, в технической литературе широко освещены противоречивые требования руководящего документа РД 50-2132-80 к прямым участкам трубопровода [3]. Эти аспекты в настоящей работе не рассматриваются.

Непосредственно расчёты сужающих устройств в Украине выполняются с помощью различных версий программ “РАСХОД ИП”, “Gaz-RR”, которые определяют относительную погрешность расходомерного узла не превышающую 5 %. Однако в настоящее время, в соответствии с требованием п.5.4 ДСТУ 3383-96 “Метрология. Государственная поверочная схема для средств измерений объёма и объёмного расхода газа”, эта погрешность не должна превышать 4 %. Базируясь на такой нормативной базе, в стране с выходом приказа Госнефтегазпрома Украины №103 началась широкомасштабная кампания перехода на средства измерительной техники класса точности 1,0. Это, естественно, потребовало значительных капиталовложений со стороны потребителей и

поставщиков природного газа. Соответственно, в силу целого ряда вышеизложенных объективных причин (в том числе отсутствия базовых предпосылок) и соображений экономической целесообразности реализация этого приказа носит в большей степени виртуальный характер.

С другой стороны, принудительный переход к СИТ природного газа класса точности 1,0 на данном этапе породил ещё одну большую проблему, заключающуюся в отсутствии достаточного количества рабочих эталонов. Поскольку создание только государственного специального эталона объёма и объёмного расхода газа не может в полной мере обеспечить единство измерений в Украине, в т.ч. полностью удовлетворить потребности производственной сферы, экспортно-импортных поставок, защиты интересов Украины на внутреннем и внешних рынках.

Видимо, в ближайшее время необходимо обеспечить создание (модернизацию) рабочих эталонов для передачи единицы объёма и объёмного расхода газа. Основная масса имеющегося на сегодняшний день парка рабочих эталонов после выхода приказа Госнефтегазпрома Украины №103 перестала отвечать требованиям действующих нормативных документов. По нашим данным только в 3-х городах Украины (Ивано-Франковске, Мариуполе и Донецке) имеются рабочие эталоны, позволяющие проводить поверку промышленных счётчиков газа класса точности 1,0.

Принимая во внимание такое ничтожно малое количество рабочих эталонов и, то что межповерочный интервал для промышленных счётчиков газа составляет 1 раз в 2 года, перед страной возникает серьёзная проблема метрологического сопровождения этих средств измерений при их эксплуатации.

Сейчас стали появляться критические отзывы о целесообразности введения приказа Госнефтегазпрома Украины №103 [4].

Парадоксальность сложившегося положения заключается ещё и в том, что это произошло при наличии в стране квалифицированных специалистов, которые занимаются вопросами метрологического обеспечения измерения объёма и объёмного расхода газа. Складывается впечатление, что каждая группа специалистов работает разрозненно и никто не координирует эту работу. Считаю целесообразным решить вопрос создания специального технического комитета, подключив к его работе ведущих специалистов, который будет координировать работы в этом направлении и, в первую очередь, работу по созданию скорректированной нормативной базы, регламентирующей метрологическое обеспечение учета газа.

1. Петришин І.С. Стан та проблеми забезпечення обліку газу в Україні // Методи та прилади контролю якості. -1999. -№3. -С.49-51. 2. Пістун Є.П. Розробка Правил України "Вимірювання витрати та кількості природного газу за методом змінного перепаду тиску зі стандартними пристроями звуження потоку" //Методи та прилади контролю якості. -1999. -№3. -С.52-54.

3. Васильев Н.К. О возможности сокращения длин прямых участков расходомеров с сужающими устройствами //Измерительная техника. -1993. №7. -С.36-37. 4. Петришин І.С. Деякі питання підвищення точності обліку витрати та кількості природного газу //Український метрологічний журнал. -1999. -№4. -С.50-52.

УДК 389:681.121

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ СЧЕТЧИКИ ГАЗА "ГОБОЙ-1"

© Нетесин С.Г., 2001
ДП "Прувер-Д", г. Днепропетровск

Приведены основные параметры, характеристики, устройство, принцип работы, результаты экспериментальных исследований, а также требования к поверке газовых счетчиков «Гобой-1».

Типоразмерный ряд (G10, G16, G25, G40, G65, G100) ультразвуковых счетчиков газа "Гобой-1" (в дальнейшем – счетчики) был разработан предприятием ДП "Прувер-Д" (г. Днепропетровск) по заказу ЗАО "Центрприбор" (г. Москва) и АООТ "Теплоприбор" (г. Рязань). В марте 2001 г. счетчики прошли испытания с целью утверждения типа и включены в Гореестр России. Серийный выпуск начнется со второй половины 2001 г. на АООТ "Теплоприбор".

Счетчики предназначены для измерения объема природного газа по ГОСТ 5542 – 87, приведенного к стандартным условиям ($P_n=101,325$ кПа; $T_n=293,15$ К) и для использования в жилых домах, административных и производственных помещениях при учетно-расчетных и технологических операциях и могут работать во взрывоопасных помещениях.

По устойчивости к климатическим воздействиям они соответствуют исполнению УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150, но для работы при температуре окружающей среды от -30 до $+50$ °С.

Счетчики имеют следующие исполнения:

- по пределам измерения объемного расхода газа – G10, G16, G25, G40, G65, G100;
- по пределам измерения абсолютного давления газа – от 90 до 150 кПа; и от 150 до 200 кПа;
- по пределам температуры окружающей среды – от -30 до $+50$ °С; от 0 до $+50$ °С;
- по положению счетчика при установке на трубопроводе – вертикальное и горизонтальное.

Основные параметры и размеры счетчиков газа "Гобой-1"

На 8-ми разрядном цифровом индикаторе счетчика отображается следующая информация:

- суммарный объем газа, приведенный к стандартным условиям, V_n , м³;
- объемный расход газа в рабочих условиях, Q_p , м³/ч;
- температура газа, t , °С;
- абсолютное давление газа, P , кПа;
- текущее время (часы, минуты) и текущая дата (год, месяц, число);
- время нахождения счетчика в нерабочем состоянии (часы);
- результаты самодиагностики каналов измерения расхода, давления и температуры;
- заводской номер счетчика.

Обозначение счетчиков по конструкторской документации, диаметр условного прохода (D_u), исполнение, типоразмер, максимальный (Q_{max}), номинальный (Q_n), переходной (Q_i) и минимальный (Q_{min}) объемные расходы приведены в табл. 1.

Счетчики обеспечивают индикацию и хранение во внутренней энергонезависимой памяти в течение не менее 10 лет значения запрограммированных параметров и имеют возможность передавать информации на расстояние до 1200м по стандартным протоколам обмена. Изменение служебных параметров, влияющих на вычисление объема газа, защищено от несанкционированного вмешательства паролем.

Характеристики счетчиков газа "Гобой-1"

Предел основной допускаемой относительной погрешности измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, при выпуске из производства и после ремонта не превышает:

- $\pm 1,0$ % в диапазоне расходов газа от Q_i включительно до Q_{max} .
- $\pm (1,0 + 5Q_{min} / Q_i)$ % в диапазоне расходов газа