

Узлы коммерческого учета газа. Назначение, критерии выбора

Гущин О.Г., к.т.н., технический управляющий

Характерной особенностью последних лет является устойчивый рост доли потребления природного газа в энергетике, промышленности, коммунальном хозяйстве, а так же неуклонное повышение цены на газ.

В этой связи вопрос точности измерения количества газа становится актуальным как для потребителей, так и для поставщиков. Актуальность вопроса обеспечения объективности и надежности учета газа можно проиллюстрировать простым примером. Годовой объем газа, проходящий через счетчик СГ16М-400, при номинальной нагрузке 240 рабочих м³/ч составит 8 миллионов м³, приведенных к стандартным условиям. При цене газа 40\$/тысячу м³ приведенных к стандартным условиям 1% точности измерения стоит 100 тысяч руб. Стоимость газа, прошедшего по газопроводу, за неделю простоя узла учета, соизмерима со стоимостью самого узла учета. Поэтому перед разработчиками и изготовителями стоит задача производства точных, надежных и безопасных в эксплуатации узлов коммерческого учета газа, удовлетворяющих требованиям нормативных документов, действующих в России.

В соответствии с действующими правилами для коммерческого учета необходимо формирование архива данных о потребленном объеме, о рабочих значениях давления и температуры газа за отчетный период. Коммерческие расчеты за количество потребляемого газа проводятся по объему, приведенному к стандартным условиям:

- давление 760 мм рт ст;
- температура 20°С.

На предприятиях, необорудованных современными узлами учета, определение стандартного объема газа определяется расчетным путем вручную по показаниям вторичных приборов, измеряющих:

- объем газа в рабочих условиях (счетчики рабочего объема);
- рабочее давление (манометры);
- рабочую температуру (термометры).

Такой способ определения стандартного объема технически несовершенен и, главное, приводит к значительным, не менее 4÷5%, ошибкам в определении фактического объема, а так же к появлению существенного количества неучтенного газа. Неточности в определении объема газа приводят к существенным необоснованным финансовым издержкам и потребителей газа и поставщиков газа. Значительные ошибки в оценке фактического объема обусловлены так же применением до настоящего времени морально устаревших средств измерения, которые не отвечают уровню современных требований.

В соответствии с требованиями строительных норм и правил СНиП 2.04.08-87 «Газоснабжение» класс точности контрольно-измерительных приборов должен быть не менее 2,5. Решить существующую задачу повышения объективности учета количества газа позволяют узлы коммерческого учета. Они представляют собой совокупность первичного преобразования расхода (измеритель расхода), построенного на различных физических принципах, и микропроцессорного корректора показаний по давлению, температуре и коэффициенту сжимаемости. Причем, для комплексной оценки точности узла, как единого целого, датчики давления и температуры должны входить в состав узла и аттестуются по точности перед выпуском из производства по методикам, согласованным с представителями Госстандарта. Таким образом, узел учета обеспечивает объективной информацией о количестве потребленного газа в стандартных (нормальных) условиях и текущих значениях давления и температуры за отчетный период.

Современный узел учета должен дополнительно обеспечивать возможность диагностирования приборов, архивирования текущих и расчетных данных,

автоматического сбора информации и передачи в автоматизированные информационные системы (АИС) по телефонным линиям или радиоканалу.

При выборе узла коммерческого учета газа потребитель должен руководствоваться следующими основными критериями:

- изменяемой средой (тип газа, коммерческий учет которого должен быть организован);
- диапазоном расхода газа (соотношение минимального и максимального значений рабочих или стандартных расходов);
- диапазоном давлений (интервал минимально- и максимально-возможного по условиям эксплуатации абсолютного давления газа);
- температурным диапазоном работы;
- требуемой погрешностью измерения узла учета в целом, а не по отдельным компонентам;
- периодичностью поверки (величина межповерочного интервала);
- средним сроком службы;
- наличием государственного допуска к эксплуатации (сертификат Госстандарта, наличие методики поверки узла учета в целом, свидетельство о взрывозащищенности, лицензия и разрешение Госгортехнадзора о применении в России);
- ценой приборов;
- стоимостью монтажных работ;
- условиями монтажа;
- автономным электропитанием;
- возможностью интегрирования в автоматизированную информационную систему учета расхода газа.

В настоящее время на российском рынке присутствует широкий спектр различных вариантов узлов учета газа. Многие из них не в полной мере отвечают существующим требованиям Госстандарта и Госгортехнадзора в части их применения.

Во многом это объясняется тем, что до настоящего времени нет нормативного документа, регламентирующего точность определения стандартного объема узла учета, как единого целого.

На практике нашли применение две основные концепции построения узла коммерческого учета газа. Первая концепция реализует построение полностью функционально законченного и поверенного у изготовителя узла, а вторая – монтаж непосредственно у потребителя, на месте эксплуатации узла коммерческого учета, состоящего из отдельных компонент: первичного преобразователя расхода, вычислителя, датчика давления, датчика температуры и периферийных устройств. Такие узлы учета, как правило, не имеют сертификата Госстандарта на весь комплект оборудования, как единого целого. Сертификаты имеют только отдельные компоненты такого узла: датчик давления, датчик температуры, вычислитель, счетчик газа. Любая из концепций должна полностью отвечать требованиям следующих нормативных документов.

- В соответствии с Законом России об обеспечении единства измерений, узел коммерческого учета должен иметь Сертификат об утверждении типа средства измерения и о внесении его в Госреестр СИ.
- Узлы учета должны соответствовать требованиям СНиП 2.04.08-87 «Газоснабжение», п. 11.52, регламентирующего суммарную погрешность узла не более 2,5%. (Указанными нормами на практике часто пренебрегают).
- В соответствии с «Правилами применения технических устройств на опасных производственных объектах», утвержденными постановлением Правительства РФ от 25.12.98 г. №1540, категорически запрещена установка на объектах газового хозяйства РФ узлов учета газа с электронным корректором без Разрешения на применение и Лицензии, выданных Госгортехнадзором России. Разрешение и

Лицензия выдаются на основании Свидетельства о взрывозащищенности электрооборудования.

Измерительные комплексы, производимые в соответствии с первой концепцией, полностью соответствуют требованиям указанных нормативных документов. Они прошли сертификационные испытания в рамках утверждения типа средства измерения как единый узел. На стадии приемо-сдаточных испытаний каждый узел у изготовителя подвергается проверке и паспортизуется его результирующая точность:

$$\delta = \pm 1,1 \sqrt{(\delta_c^2 + \delta_k^2)},$$

где: δ - основная относительная погрешность определения стандартного объема узла учета;

δ_c - относительная погрешность счетчика газа;

δ_k - относительная погрешность электронного корректора объема газа;

1,1 – коэффициент запаса.

До сборки узла учета электронный корректор также поверяется. Определяется и паспортизуется для каждого корректора погрешности каналов давления, температуры и вычисления стандартного объема. Тем самым, соответствие требованиям по точности на корректор, и на весь узел подтверждается соответствующими паспортами с отметкой представителя Госстандарта о первичной проверке. В сопроводительных документах прикладываются копии всех необходимых Свидетельств о взрывозащите и Разрешений Госгортехнадзора на безопасное применение.

Сторонниками второй концепции построения узлов коммерческого учета, как правило, являются фирмы-изготовители различных типов вычислителей. Они рекомендуют использовать их вычислитель в комплекте с различного типа первичными преобразователями расхода, датчиками давления и температуры, блоками питания, барьерами искрозащиты. В этом случае потенциальный потребитель узла учета должен принимать во внимание, что для каждого варианта комплектации узла должны быть в наличии сертификаты Госстандарта об утверждении типа средства измерения, либо утверждения в установленном порядке органами Госстандарта «Методика выполнения измерения» (МВИ) для каждого варианта комплектации.

До установки на объект такой узел должен быть поверен представителями Госстандарта в соответствии с утвержденной МВИ. Узел коммерческого учета должен иметь паспорт с отметкой Госстандарта о проверке, подтверждающий его соответствие требованиям СНИП 2.04.08-87 «Газоснабжение» по точности в целом, а не по отдельным компонентам узла учета. На практике, зачастую, это не выполняется. При вводе в эксплуатацию вместо паспорта на узел учета предъявляются паспорта на отдельные его компоненты: вычислитель, датчики давления и температуры, счетчик газа.

Основную относительную погрешность такого узла обычно определяют как

$$\delta = \pm 1,1 \sqrt{(\delta_{\partial\partial}^2 + \delta_{\partial m}^2 + \delta_{\partial}^2 + \delta_c^2)},$$

где: δ_c - относительная погрешность счетчика газа;

$\delta_{\partial\partial}$ - относительная погрешность датчика давления;

$\delta_{\partial m}$ - относительная погрешность датчика температуры;

δ_{∂} - относительная погрешность вычислителя, включающая в себя погрешности вычислений давления, температуры и стандартного объема.

Из приведенной зависимости видно, что составляющие погрешности вычисления давления, температуры, остаются вне поля зрения представителей Госстандарта, так как комплексной проверке с вычислителем не подвергаются.

Приведенная выше зависимость необъективно отражает реальную точность конкретного узла учета. Потребитель узла учета имеет дело с конкретной комбинацией погрешностей отдельных его компонент, а не с их среднеквадратическим значением.

Поэтому более объективно оценка общей погрешности определяется суммой модулей отдельных ее составляющих:

$$\delta = |\delta_{\partial\partial}| + |\delta_{\partial m}| + |\delta_c| + |\delta_0|.$$

Результирующая погрешность существенно превысит требования СНИП, особенно при расходах газа, близких к Q_{\min} , как при среднеквадратической оценке, так и при оценке по сумме модулей.

Кроме подтверждения требований метрологических норм для таких узлов должны быть Свидетельства о взрывозащищенности, Разрешения и Лицензии Госгортехнадзора на производство и безопасное применение узла коммерческого учета для каждого варианта комплектации.

Нарушение требований перечисленных норм является типичным для узлов, построенных в соответствии со второй концепцией.

Результаты экспериментальной оценки и проведенный анализ технической документации на комплексы, построенные из отдельных компонент, с точки зрения обеспечения точности узла учета газа, представлены в таблице.

Сопоставительные характеристики измерительных комплексов

Преобразование	Комплекс СГ-ЭК	Комплекс из отдел. компонент	Примечание
	Отн. погреш., %	Отн. погреш., %	
Давление	$\delta_{\partial} \leq \pm 0,2\%$	$\delta_{\partial_{отн}} = 0,5\%$ $\delta_{\partial_{тем}} = 1,2\%$ - (дополнит. темпер. погрешность, 0,3% на каждые 10°C)	0,5% - возможная дополнительная погрешность при отсутствии индивидуальных настроечных данных датчика давления.
Рабочий объем	$\delta_0 = 0$	$\delta = \pm 0,01\%$	(Взято из ТО на СПГ)
Температура	$\delta_m = 0,1\%$	$\delta_m = 0,1\%$	0,1% - дополн., за счет отсутствия индивидуальной градуировки в составе комплекса.
Стандартный объем	В соответ. с ГОСТ 30.319.296	$\delta_c = 1,5\%$	По результатам испытаний СПГ
Суммарная погр. корректора: - среднекв. - по сумме модулей	$\delta_{корр} \leq 0,35\%$ $\delta_{корр} \leq 0,5\%$	$\delta_{корр} = 2,85\%$ $\delta_{корр} = 4,2\%$	
Суммарная погр. измер. объема, привед. к норм. условиям	$\delta_{сум} \leq 1,5\%$	$\delta_{сум} = 5,2\%$	

Приведенные в таблице значения погрешностей определяются по сумме модулей составляющих погрешности и как среднеквадратическое значение:

$$\delta_{корр} = \sqrt{(\delta_{\partial_{отн}}^2 + \delta_m^2 + \delta_c^2 + \delta_0^2)};$$

Из материалов, приведенных в таблице, можно сделать следующие выводы.

1. Комплекс СГ-ЭК соответствует требованиям по точности, как по среднеквадратической оценке, так и по сумме модулей составляющих погрешностей.

2. Фактическая точность узлов учета из отдельных компонент для обоих способов оценки существенно превышает требования СНиП «Газоснабжение» - класс 2,5.

Практическое применение вычислителей при построении узла коммерческого учета из отдельных компонент: первичного преобразователя расхода, датчиков давления и температуры,- вызывает ряд принципиальных вопросов.

1. В руководстве по эксплуатации на вычислитель отсутствует раздел индивидуальной калибровки каналов температуры, давления совместно с вычислителем. Потребителю предлагается формировать базу настроечных данных либо на месте установки, либо до монтажа. В этой связи возникают следующие вопросы:

-Кто отвечает за погрешность канала давления, канала температуры и результирующую точность узла учета на основе вычислителя?

-Как потребителю сформировать базу настроечных данных на месте эксплуатации (котельной, ГРП, ГРС и т. п.)при отсутствии рабочих эталонов: термометров, измерителей давления, термостатов, источников испытательного давления, без ущерба метрологической точности комплекса.

2. В разделе «Метрологические характеристики» руководства по эксплуатации на вычислители приведены абсолютные и относительные погрешности по преобразованию сигналов с датчиков объема, давления и температуры. В методике их поверки проводятся не прямые измерения давления, температуры, и объема, а от имитаторов входных сигналов.

При таком подходе истинная точность узла учета на основе вычислителей с конкретными датчиками поверке не подвержена!

Такая ситуация с неопределенными фактическими значениями точности узлов учета, состоящих из отдельных компонент, не устраивает, в первую очередь, крупных поставщиков газа. Выходом из этой ситуации является применение на практике совместно с региональными отделениями ЦСМ единой методики поверки измерительных комплексов на основе объемных расходомеров. Методика разработана специалистами ООО «Газэлектроника», размещена на сайте предприятия и может быть применена любой заинтересованной организацией для апробации. Эта методика позволяет провести поверку фактической точности узла учета перед вводом его в эксплуатацию, либо на замене средств измерения, входящих в узел учета, с применением рабочих эталонов давления и температуры.

Основные положения методики следующие.

1. До проведения поверки узла все средства измерения, входящие в его состав (счетчик газа, датчики давления, температуры, вычислитель), должны быть поверены в необходимом объеме по собственным методикам поверки.

2. С помощью рабочих эталонов давления и температуры проводится поверка:

- канала давления;
- канала температуры;
- погрешности вычисления коэффициента сжимаемости и коэффициента коррекции объема.

На основании проведенной поверки определяется фактическая погрешность узла коммерческого учета газа, построенного из отдельных компонент, по любой из приведенных выше зависимостей: среднеквадратической или модульной.