

УДК 532.696.1

М.И.ФЫК, Д.Ф.ДОНСКОЙ, кандидаты техн. наук, М.Я.БУРОВА
 Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СЧЕТЧИКОВ В ГАЗОВЫХ СЕТЯХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Проанализированы основные источники ошибок измерения в бытовых механических приборах учета газа. Рассмотрены альтернативные варианты измерения газа у конечного потребителя. В качестве перспективного варианта предложен электронно-ультразвуковой прибор учета.

Виконаний аналіз основних джерел похибок вимірювань в побутових механічних приборах обліку газу. Розглянуто альтернативні варіанти вимірювання газу у кінцевого споживача. В якості перспективного варіанту запропонований електронно-ультразвуковий прилад обліку.

The main sources of measurement errors in household mechanical devices of metering gas are analysed. Alternative options of measurement gas at the final user are considered. As perspective option the electronic and ultrasonic metering device is offered.

Ключевые слова: источники ошибок измерения, механические приборы учета газа, низкое давление, ультразвуковые счетчики.

Природный газ представляет собой не только энергетическое сырье (подобно электроэнергии) для отопления, но это также ценное сырье химической промышленности. Уменьшение потерь газа за счет улучшения показателя погрешности измерения бытового потребления несомненно важно для справедливых и честных рыночных отношений, улучшения технологического транспорта газа высокого и среднего давлений, перераспределения оперативных нагрузок в точки с наибольшим дефицитом и пр. [1].

1. Анализ ошибок измерений приборами учета.

В бытовом секторе чаще всего используют газовые счетчики только непосредственно около потребляющего устройства. При этом получается минимальная ошибка измеряемого расхода газа с давлением близким к атмосферному. Основная ошибка таких счетчиков связана с температурными изменениями в окружающей среде. Несколько меньшей является ошибка от изменяющейся скорости и влажности потока. Но общая погрешность измерения для множества потребляющих точек отнюдь не компенсируется за счет увеличения числа потребителей [2].

Теоретическая основа для определения температурной погрешности содержится в уравнении состояния газа:

$$PV = ZRT, \quad (1)$$

где P – давление; V – плотность; Z – коэффициент сжимаемости;

R – газовая постоянная; T – абсолютная температура.

При изменении температуры на 10%, плотность газа тоже изменится на ~10%, поскольку давление, газовая постоянная и коэффициент сжимаемости практически не изменятся. При значительном уменьшении температуры газа на малых расходах (10% от абсолютной температуры близкой 300 К составит около 30 градусов по Цельсию) потребитель может существенно меньше заплатить за тот же объем газа.

Какова ошибка от изменения скорости потока? Исходя из сведений классической отраслевой литературы изменение расхода газа на запорных и сужающих устройствах за счет переходных процессов и краевых газодинамических явлений достигает 5% [3,4]. Т.е. условно-постоянную амплитуду изменений скорости можно с некоторым допущением принять 2,5%. Производители часто рекламируют точность механических счетчиков газа при стандартных условиях (1 атм, 20 градусов по Цельсию) меньше 2%, что можно принять и утвердить только без учета инерции механических деталей счетчиков. Перейдем от практики к теоретическому подтверждению.

$$F = m a, \quad (2)$$

где F – сила; m – масса; a – ускорение.

Если ускорение изменится на 2,5%, а масса механизма существенно не изменится, то инерционная ошибка счетчиков, которые зачастую утяжеляются и намагничиваются предприимчивыми потребителями, составляет не менее 2,5%.

Влажность газа увеличивается при снижении температуры исходя из физических свойств смесей углеводородов. Обслуживание и настройка промысловых систем сепарации так же не идеальна по ряду технологических причин. Даже «сухой» природный газ содержит определенное количества паров высших углеводородов и пластовой воды. На практике уменьшение влажности газа улучшает гидравлическую эффективность счетчика на стороне потребителя, поскольку очищаются полости, увеличивается условный проход через трубки и отверстия. В промышленном масштабе отраслевых систем транспорта газа погрешности от небольшого изменения состава, плотности и влажности газа оценивают минимум 0,5 %.

Необходимо подчеркнуть, что выше приведены те погрешности, которые в зимний период суммируются. Уменьшение температуры, увеличение инерции механизмов, уменьшение вязкости и влажности газа в отопительный сезон закономерны и усиливаются «менталитетом».

Таким образом, суммарная погрешность измерения расхода газа

низкого давления в зимний период может достигать 10-15% даже при 100% обеспечении отводов к потребляющим устройствам механическими счетчиками.

2. Альтернативные методы измерения расхода газа.

Рассмотрим варианты применения различных систем измерений расхода газа с точки зрения эффективности измерения у конечного потребителя. В качестве последнего нами рассматривается семья из 5-ти человек, использующая газ для подогрева воды, приготовления пищи и отопления в зимний период.

В настоящее время в энергетике наметился прогресс в замене механических счетчиков электрической энергии электронно-процессорными. С инженерной точки зрения одними из самых точных считаются расходомеры природного газа на сужающих устройствах (диафрагмах). Если не прибегать к комплексным сужающее – резонансным, электромагнитным и другим методам измерения расхода газа, то простая электроника с подключением дифманометра, термометра и манометра счетчика на сужающей диафрагме достаточно хорошо выполняет свою работу. Общая погрешность таких расходомерных комплексов достигает 0,5-1%, что могло бы решить проблему неточных измерений в быту. Но к сожалению счетчики газа последнего типа стоят больше 1000 долларов, что временно исключает возможность их массового использования. Кроме того диафрагма требует периодической калибровки и очистки, а бытового потребителя порой сложно убедить просто поверить счетчик своевременно.

Несколько более близким к реальности применения в быту являются измерения расходов при помощи сопел и колен специальной конфигурации. В таком случае практически исключаются проблемы с частой калибровкой, уменьшается стоимость всей измерительной системы за счет самоочищающейся геометрии и успокоителей газодинамических флуктуаций. В данном случае точность измерений расхода ухудшается до 2-5% при уменьшении цены законченных изделий – счетчиков до 400-700 долларов. Применение последних принципов измерения расхода газа достаточно широко используется в сетях газа низкого давления в Европе и др. Необходимо отметить, что установленный счетчик газа с точностью выше 5% на ГРС среднего давления или ГРП большого населенного пункта может помочь не только уменьшить потери (прорывы, утечки, сбросы и пр.) и хищение газа, но также предотвратить некоторые аварии.

И все же сопловые расходомеры и расходомеры сложной геометрии со встроенными электронными дифманометрами и термометрами не подходят для экономварианта замены механического счетчика бы-

тового потребителя.

При небольшом расходе газа для точного измерения его расхода все больше применяют так называемые ультразвуковые счетчики. Принцип работы счетчика основан на эффекте Доплера, когда прямая и отраженная звуковая волна смещены по фазе фронта на определенный угол. Точность измерения расхода газа ультразвуковыми счетчиками сильно увеличивается при использовании встроенного термометра и манометра. Наличие электронного манометра, электронного термометра и механических движущихся частей уменьшает погрешность измерений на 10-12,5%. Максимальный остаток погрешности 2-2,5% хорошо подтвержден многочисленными применениями в газовой промышленности Украины и других стран Европы. Стоимость ультразвуковых электронных газовых бытовых расходомеров в последние годы уменьшилось до 150-200 долларов и ниже (для счетчиков китайского и индийского производства).

3. Экономические аспекты замены механических счетчиков газа.

Перейдем к экономической оценке замены механических счетчиков газа на электронно-ультразвуковые. При стоимости газа близкой к 1 гривне за 1 м^3 и месячном потреблении порядка 500 м^3 одной семьей, устранение избыточной погрешности за отопительный сезон (5 месяцев) позволит учесть в товаре (а не в потерях различной природы) дополнительно 250 гривен. Для небольшого села из 100 дворов такая экономия энергоресурсов за счет точных измерений позволит отопить (путем такой своеобразной общей благотворительностью) небольшой детский садик с аптечным пунктом и почтовым киоском...

Кроме возможности организации меньших потерь природного газа по пути от ГРС и ГРП к потребляющим устройствам, ультразвуковые счетчики нового типа (со встроенными термобарическими датчиками) могут помочь правильно организовать сетевой транспорт потоков, смыкание и распределение потоков, точнее учитывать материальные и энергетические балансы в газовых сетях низкого давления.

В заключении приведем несколько макроэкономических цифр для завершенности изложения материала. Себестоимость газа бюджетного газодобывающего предприятия на сегодняшний день достигает 30 коп. за 1 м^3 . Себестоимость транспорта газа и хранения в подземном хранилище до зимы – до 20 коп. за 1 м^3 . Государственные предприятия газового хозяйства (сети низкого давления) увеличивают стоимость 1 м^3 еще на 10 коп. При разработке истощенных месторождений Украины себестоимость добычи природного газа увеличивается практически в 1,5-2 раза, что «уверенно подтягивает» цену к 1 грн. за

1 м³. Таким образом, больший контингент бытового потребления платит за газ по тарифу даже без процента прибыли отраслевых государственных предприятий и без НДС. В такой экономике погрешность измерения расхода газа в бытовом секторе выше 10% является уже недопустимой расточительностью.

Выводы:

1. Переход на всеобщую тарификацию диктует необходимость установки более точных приборов для надежности работы газовых сетей низкого давления и прозрачности отношений между участниками рынка.

2. Для уменьшения погрешности измерений необходима замена механических счетчиков газа на электронные, из которых наиболее перспективны приборы ультразвукового типа.

3. Технологически важно применять более точные счетчики не только у конечных бытовых потребителей, но и в точках подачи энергоресурсов от выделенных групповых категорий с выхода ГРС и ГРП.

4. Для установки ультразвуковых счетчиков необходима подготовка либо модернизация инфраструктуры, в т.ч. подводка электроэнергии к счетчикам.

1. Скафымов Н.А. Основы газоснабжения / Н.А. Скафымов. – Л.: Недра, 1975. – 343 с.

2. Коптелов Ю.К. Метрология и теплотехнические измерения: методические указания и сборник заданий к выполнению комплексного курсового проекта по специальности 21.03. ИГЭУ / Ю.К. Коптелов. – Иваново, 1992. – 250 с.

3. Теплоэнергетика и теплотехника: справочник / под ред. Григорьева. – М.: Энергия, 1980. – 320 с.

4. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80. – М.: Изд-во стандартов, 1982.

Получено 22.10.2013