

*А.И. КОТУЗА*, с.н.с. (ДК "Укртрансгаз", НВЦ "Техдіагаз", г. Харьков),  
*Е.И. ПОДОПРИГОРА*, инженер НТУ"ХПИ" (г. Харьков)

## **ОБ УЛЬТРАЗВУКОВОМ МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА**

Проведено порівняльний аналіз результатів вимірювання витрат природного газу за допомогою послідовно встановлених на одному вимірювальному газопроводі діафрагми і ультразвукового лічильника. Оцінено відносне розходження між показаннями розглянутих систем вимірювання.

The comparative analysis of results of measurement of the expense of natural gas by means of consistently established on one measuring gas pipeline of a diaphragm and the ultrasonic counter is carried out. The relative divergence between indications of the considered systems of measurement is estimated.

Украина, как владелец магистральных газопроводов, по которым идет транзит газа из России в Европу, заинтересована в организации точного учета транспортируемого газа на приграничных станциях, для избежания возникновения спорных вопросов. Поэтому совершенствованию, разработке и исследованию методов измерения объемного расхода газа уделяется большое внимание. Точный учет включает в себя обеспечение возможности поддержания режимов транспортировки, выполнение обязательств по поставке транзитного газа, достоверный контроль реализации газа. Таким образом, неотъемлемой частью всей газотранспортной системы является система учета объемного расхода природного газа.

На сегодняшний день основной составляющей общей погрешности измерения расхода является погрешность, обусловленная несовершенством применяемых методов – переменного перепада давления и скоростных счетчиков. Метод переменного перепада давления обладает рядом важнейших преимуществ, обеспечивших ему широкое применение и длительную живучесть, несмотря на существование большого числа других методов измерения расхода и количества газа. К этим преимуществам в первую очередь относятся простота первичного преобразователя (диафрагмы, сопла), а также возможность поверки и аттестации сужающих устройств расчетным путем по данным измерений геометрических размеров трубопровода и сужающего устройства. Но наряду с перечисленными достоинствами метод переменного перепада давления обладает рядом недостатков, таких как довольно большие погрешности, зависящие от состояния сужающего устройства и диаметра трубопровода, значительная длина прямых участков измерительного трубопровода до и после сужающего устройства.

Скоростные (турбинные и роторные) расходомеры и счетчики также имеют большое количество недостатков:

- необходимость очистки газа до 5 микрон, а также его подогрев для проведения измерений с точностными характеристиками, указанными в эксплуатационной документации на счетчик;
- высокая стоимость датчиков на высоких давлениях ( $>25 \text{ кг/см}^2$ );
- процесс калибровки счетчика трудоемкий и достаточно дорогой;
  - низкая устойчивость к перегрузкам;
  - требуется установка предохранительной арматуры при размещении счетчиков после редуцирования газа.

Наиболее перспективным методом измерения, который выступает реальной альтернативой традиционному, является ультразвуковой метод.

Для проведения сравнительного анализа результатов измерения расхода природного газа диафрагму и ультразвуковой счетчик устанавливают последовательно на одном измерительном газопроводе.

Работа ультразвуковых расходомеров основана на зависимости от расхода разности времени прохождения ультразвуковых сигналов по потоку и против него [1].

При реализации ультразвукового метода измерение расхода можно свести к определению времени излучения и приема сигналов, разности фаз и разности частот при прохождении ультразвуковых волн (частотой выше 15 кГц) вдоль и против направления движущегося потока.

Ультразвуковые расходомеры обеспечивают погрешность измерения, не превышающую 0,5 % от измеряемого значения при скорости движения до 10 м/с и диаметре трубопровода 2 м [2].

Сам ультразвуковой счетчик представляет собой измерительное устройство, которое состоит из датчиков, обычно расположенных вдоль стенки трубы. Датчики устанавливаются в трубопровод герметично.

Ультразвуковые импульсы попеременно излучаются одним датчиком и принимаются другим.

Главными элементами первичных преобразователей являются пьезоэлементы, преобразующие переменное электрическое напряжение в ультразвуковые колебания. Ультразвуковые расходомеры по числу акустических лучей подразделяются на однолучевые, двухлучевые и многолучевые. У первых имеется только два пьезоэлемента, каждый из которых по очереди выполняет функции излучения и приема. Вторые имеют два акустических луча, которые располагаются параллельно или перекрещиваются друг с другом. Многолучевые применяются при необходимости измерения расхода потока с искажаемой кинематической структурой и достижения повышенной точности.

Работа расходомеров с одним путем прохождения сигнала основана на предположении, что в любом крупном потоке скорость газа симметрична относительно оси трубопровода. Однако скорость газа редко бывает симметричной. Она находится под влиянием множества факторов, таких как конфигурация труб, их состояние и т.д. и все это влияет на симметрию потока, проходящего через расходомер. С помощью компьютерного моделирования раз-

личных скоростных разрезов фирма Daniel определила, что использование четырех путей измерения является оптимальным решением для измерения асимметричного потока. Дальнейшее увеличение количества путей измерения не вносит существенного улучшения в точность расходомера. При меньшем количестве путей измерения точность ультразвукового расходомера серьезно ухудшается.

Ниже приводятся сравнительные результаты совместной работы двух различных методов измерения объемного расхода газа: при использовании диафрагмы и ультразвукового счетчика, последовательно установленных на измерительном трубопроводе, действующей газоизмерительной станции. Усредненные за год результаты мониторинга, проводившегося в течение года на пяти измерительных трубопроводах, представлены на рис. 1.

Оценкой работы двух систем служит относительное расхождение между результатами измерений [3]:

$$\delta_A = \frac{A_{\text{диафр.}} - A_{\text{сч.}}}{A_{\text{диафр.}}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где  $\delta_A$  – относительное расхождение параметра между методом перепада давления и ультразвуковым счетчиком;  $A_{\text{диафр.}}$  – значение параметра, измеренное при помощи диафрагмы;  $A_{\text{сч.}}$  – значение параметра, измеренное при помощи ультразвукового счетчика.

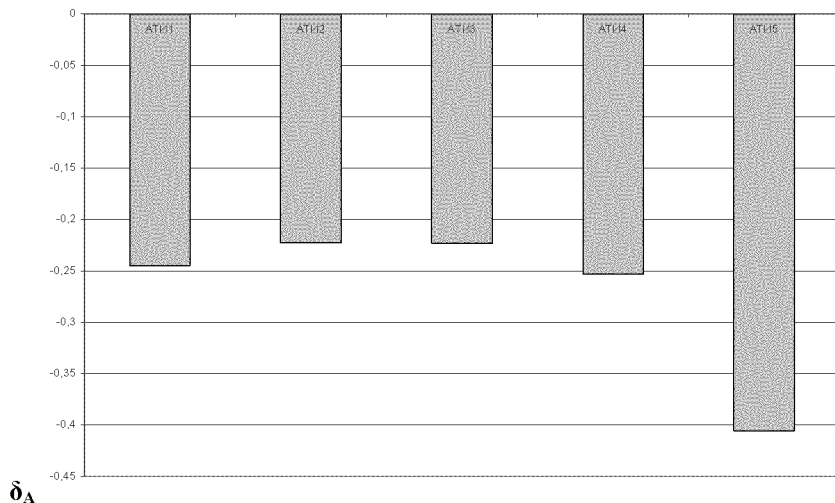


Рис. 1. Среднее относительное расхождение между методом перепада давления и ультразвуковым счетчиком

Относительное значение величины расхождения имеет явно выраженную тенденцию к завышению показаний измеренного объема газа ультразвуку-

ковым счетчиком по отношению к диафрагме. При этом корреляция расхождения и объема газа, расхождения и физико-химических параметров не была обнаружена.

В то же время можно предположить, что распределение потоков газа в измерительных трубопроводах, происходящее по определенным законам, вызывает изменение величины расхождения в зависимости от удаленности каждого конкретного измерительного трубопровода от общего входного и выходного коллектора.

Величина и знак расхождений зависит от проведенных калибровок преобразователей разности давления  $\Delta P$ , давления  $P$  и температуры  $T$ .

Как известно, ультразвуковой счетчик не подвержен влиянию чистоты газа на процесс измерения, а сезонная составляющая газа не влияет на результаты.

При сравнении ультразвукового метода учета газа с наиболее распространенным на Украине методом перепада давления можно сделать выводы, что расходомер, работающий на ультразвуковом методе, обеспечивает стабильную работу с высокой точностью и повторяемостью измерений.

Ультразвуковой расходомер обладает очень широким рабочим диапазоном измерения. Дублирование измерений по нескольким каналам и встроенные системы диагностики позволяют заменить громоздкие многониточные узлы учета газа одним ультразвуковым расходомером.

Наличие возможности самодиагностики как средствами внутреннего программного обеспечения, так и дистанционными способами позволяет этому методу измерения стать перспективным для применения в газотранспортной системе Украины.

Фактором, затрудняющим широкое внедрение ультразвуковых счетчиков, является цена технических средств, которые необходимы для эксплуатации данного метода. Но несмотря на это, внедрение ультразвуковых счетчиков позволит достичь значительного повышения точности измерения объемного расхода газа с гораздо меньшими затратами на подготовку газа, чем при использовании традиционных методов измерения.

**Список литературы:** 1. *Кремлевский П.П.* Расходомеры и счетчики количества. Л.: Машиностроение, 1975, 776 стр. 2. *Зайцев С.А., Грибонов Д.Д., Толстов А.Н., Миркуров Р.В.* Контрольно-измерительные приборы и инструменты – М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 464 с. 3. *Тюрин Н.И.* Введение в метрологию. М.: Издательство стандартов, 1976, 305 стр. 4.

*Поступила в редколлегию 26.05.09*