

К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ УТЕЧЕК ГАЗА НА ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

С.М. НУБАРЯН, к.т.н.

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н.Бекетова

ул. Революции, 12, 61002, г. Харьков, Украина

На газотранспортных предприятиях нередко возникает проблема контроля и учета газа, теряемого при различных технологических операциях, а также при возможных его утечках. Утечки газа, как правило, возникают на различных соединениях и запорно-регулирующей арматуре, а технологические потери обычно связаны со сбросами газа и продувками технологического оборудования на соответствующих свечах.

Измерение количества газа на продувочных и сбросных свечах в момент их работы не представляет особо сложной задачи. Здесь достаточно подобрать измерительный прибор с требуемым диапазоном измерения для соответствующих рабочих параметров газа, а также выбрать место его установки на свече. Однако, при отсутствии продувок или сбросов газа, практически всегда имеют место утечки его через неплотности в сбросных клапанах.

Измерение малых утечек вызывает определенные трудности, связанные как с применением высокочувствительных измерителей расхода, так и с организацией самого измерения для технологических узлов с различной геометрией (фланцевые соединения, задвижки, краны и прочие элементы наружных газопроводов).

Для измерения малых утечек наиболее подходящими являются тепловые массовые расходомеры, которых на сегодняшний день существует большое разнообразие, например, «Fast-Flo 620S»; «Boiler-Trak»; «Циклон-2» и др. Эти приборы характеризуются высокой точностью, достаточно широким диапазоном измерения и отсутствием необходимости учета давления и температуры газа при измерении. Но вместе с этим, данные тепловые расходомеры имеют высокую стоимость и зачастую требуют технологического перепрограммирования измерительного блока под конкретные параметры газа и условия измерения. Кроме того, они предназначены для измерения потоков газа путем погружения чувствительного элемента в трубопровод.

Для применения тепловых расходомеров при прямом измерении утечек газа на технологических узлах с любой геометрией предлагается использовать способ «локализации утечки», схема которого представлена на рис. 1.

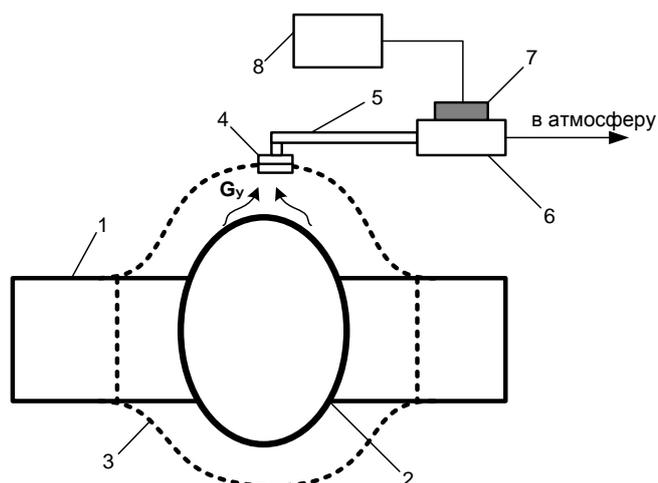


Рис. 1 - Схема измерения утечки газа G_{γ} способом ее локализации:
 1- наружный газопровод; 2- контролируемый узел; 3- мягкая герметизирующая оболочка;
 4- штуцер; 5- импульсная линия; 6- проточная камера; 7- датчик теплового расходомера;
 8- измерительный прибор

Локализация утечки осуществляется путем охватывания контролируемого узла герметизирующей мягкой оболочкой, на которой находится штуцер, соединенный импульсной линией с проточной камерой, внутри которой располагается измерительный преобразователь теплового расходомера.

Альтернативой прямому методу измерения утечек с помощью тепловых расходомеров могут быть и косвенные методы, обладающие высокой точностью. В качестве таких методов предлагается использовать методы «пороговых концентраций» и «газодинамический».

Метод «пороговых концентраций» основан на определении скорости изменения концентрации газовой смеси во внутреннем постоянном объеме герметичного контейнера между двумя фиксированными значениями (порогами) концентрации, определяемыми газосигнализатором или газоанализатором. При этом скорость нарастания концентрации газовой смеси будет косвенно определять величину утечки газа. Принципиальная схема измерения утечки газа «пороговым» методом приведена на рис. 2.

Принцип измерения утечки газа этим методом заключается в следующем. В измерительную камеру 9 через трехходовой кран 5 подается сжатый воздух от компрессора 7 для продувки измерительной камеры. Количество сжатого воздуха регулируется вентилем 6 для снижения концентрации газо-воздушной смеси в измерительной камере до значения меньше нижнего порога срабатывания двухпорогового газосигнализатора.

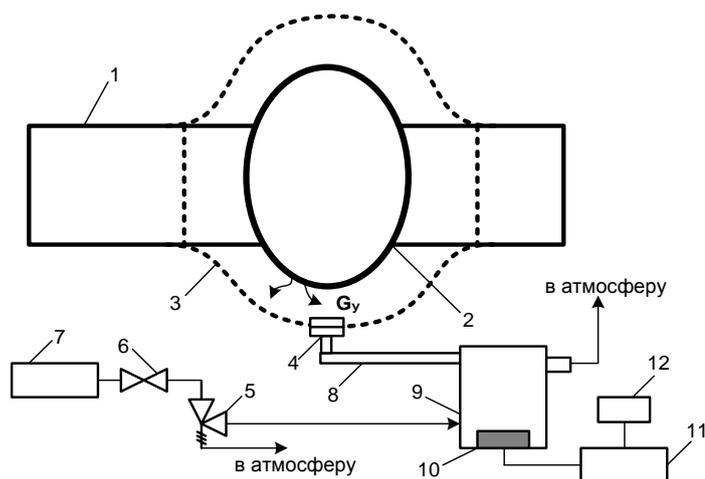


Рис. 2 – Схема измерения утечки газа методом «пороговых концентраций»
 1- наружный газопровод; 2- контролируемый узел; 3- мягкая герметизирующая оболочка;
 4- штуцер; 5- трехходовой кран; 6- регулирующий вентиль; 7- компрессор; 8- импульсная
 трубка; 9- измерительная камера; 10- датчик загазованности; 11- газосигнализатор; 12-
 измерительно-счетное устройство

Для проведения измерения величины утечки газа необходимо закрывается кран 5. При достижении концентрации газо-воздушной смеси внутри объема контейнера нижнего порога срабатывания C_1 автоматически запускается измерительно-счетное устройство (ИСУ), которое определяет интервал времени до достижения верхнего порога срабатывания C_2 .

Величина утечки газа определяется в соответствии с зависимостью:

$$G_y = K \frac{C_2 - C_1}{\Delta t},$$

где G_y - величина утечки газа, л/ед. времени;

C_1 , C_2 - нижний и верхний концентрационные пределы срабатывания сигнализатора, % об, соответственно;

Δt - время нарастания концентрации от C_1 до C_2 ;

K – постоянная, зависящая от объема измерительной камеры и межпорогового диапазона сигнальных концентраций.

Газодинамический метод измерения утечки газа базируется на основном уравнении газового состояния, в соответствии с которым скорость изменения давления газо-воздушной смеси в постоянном объеме герметичного контейнера определяет количество газа утечки, поступающего в контейнер.

Принципиальная схема измерения утечки газодинамическим методом приведена на рис. 3.

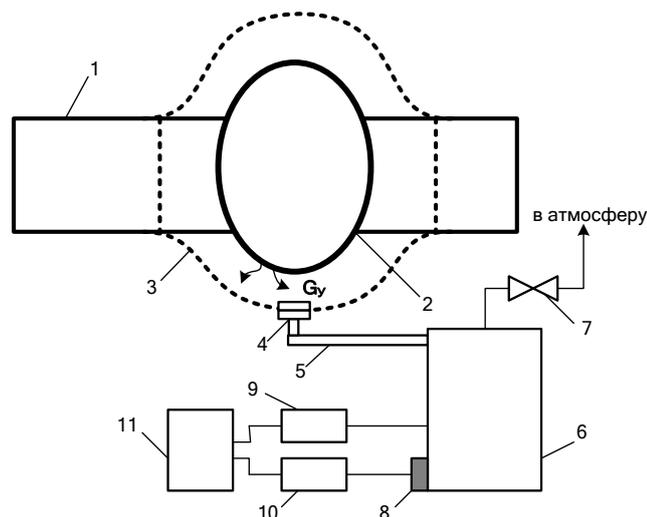


Рис. 3 – Схема измерения утечки газа газодинамическим методом
 1- наружный газопровод; 2- контролируемый узел; 3- мягкая герметизирующая оболочка; 4- штуцер; 5- импульсная линия; 6- измерительный контейнер; 7- кран теплового расходомера; 8- датчик температуры; 9- преобразователь давления; 10- преобразователь температуры; 11- измерительно-счетное устройство

Принцип измерения величины утечки газодинамическим методом заключается в следующем.

После закрытия крана 7, газ утечки, поступающий в измерительный контейнер, будет повышать давление в нем, которое определяется измерителем давления. Одновременно с давлением определяется температура газа внутри контейнера. Унифицированные сигналы от измерителей давления и температуры поступают на измерительно-счетное устройство, определяющее величину утечки газа в области давлений, где можно пренебречь сжимаемостью газа в соответствии с уравнением:

$$G_y = \frac{\mu \cdot V}{R \cdot T} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta t},$$

где $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ - скорость изменения давления, Па/с;

T – температура газовой смеси в контейнере, К;

μ - молекулярный вес газа, кг;

V – внутренний объем контейнера;

R - универсальная газовая постоянная;

G_y - величина утечки, кг/с.

Таким образом, для определения малых утечек газа возможно использовать как прямые, так и косвенные методы измерения. При этом косвенные методы могут оказаться экономически более выгодными. Однако, для использования указанных косвенных методов необходимо разработать методики измерения, которые позволили бы обеспечить точность измерения не хуже прямых методов.