



It is shown that putting into operation of complex of intergovernmental standards GOST 8.586(1-5)-2005 regulating application of measuring complexes on the basis of restriction, enables to improve precision of measurements of consumption and quantities of liquids and gases.

Т. В. ИВАНЕЦ, Е. В. БОРИСЕНКО, РУП «БМЗ»

УДК 669.

ВНЕДРЕНИЕ СТАНДАРТА ГОСТ 8.586 (1–5)–2005 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ С ПОМОЩЬЮ СТАНДАРТНЫХ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Полученные результаты измерений количества жидкостей и газов особенно важны для единства коммерческих расчетов.

РУП «БМЗ» как потребитель энергоносителей использует узлы учета, в основном базирующиеся на методе измерения перепада давления с применением сужающих устройств (СУ). Для измерения расхода газов и жидкостей применяется измерительный комплекс: дифманометры, преобразователи давления и температуры, вычислитель. Одним из основных элементов комплекса является СУ-диафрагма. Диафрагма как СУ имеет ряд положительных и отрицательных качеств, на которые необходимо обратить внимание. Например, диафрагмы просты в изготовлении и монтаже, устанавливаются на трубопроводы диаметром от 50 до 1000 мм. Кроме того, неопределенность коэффициента истечения у них меньше, чем у других СУ (сопла, сопла и трубы Вентури). Однако отрицательной стороной использования диафрагм являются потери давления, т. е. в процессе эксплуатации происходит притупление входной кромки, что приводит к увеличению коэффициента истечения (хотя максимально это будет влиять на трубопроводах малого внутреннего диаметра и малых значениях относительного диаметра).

С 01.09.07 г. введен в действие комплекс межгосударственных стандартов ГОСТ 8.586(1-5)-2005 (далее стандарт), регламентирующий применение измерительных комплексов на базе сужающих устройств. Этот стандарт введен взамен ГОСТ 8.563(1-3)-97 для повышения точности измерений расхода и количества жидкостей и газов, а также его соответствия с международными стандартами ИСО 5167-(1,2,3,4):2003. ГОСТ 8.586 (1–5)-2005 состоит из пяти частей. Рассмотрим более подроб-

но 1,2,5 части и сравним их с требованиями ГОСТ 8.563 (1–3)-97 [1–3].

Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования

Даны определения необходимых терминов и условные обозначения, изложен принцип метода измерений с помощью стандартных сужающих устройств. С точки зрения метрологии наиболее значимыми являются следующие термины.

Давление среды – это абсолютное давление среды, измеренное до СУ в месте расположения отверстия для отбора давления.

Сужающее устройство – техническое устройство, устанавливаемое в измерительном трубопроводе, со сквозным отверстием для создания перепада среды путем уменьшения площади сечения трубопровода (сужения потока).

Относительный диаметр отверстия СУ – отношение диаметра отверстия СУ d к внутреннему диаметру измерительного трубопровода перед СУ D , рассчитанное по формуле:

$$\beta = \frac{d}{D}.$$

Относительный диаметр оказывает влияние на несколько влияющих величин. Так, он учитывается в расчете скорости потока, коэффициенте сужения потока и расчете массового расхода среды.

Межконтрольный интервал – промежуток времени между двумя очередными актами контроля геометрических характеристик СУ и состояния его поверхности на соответствие требованиям настоящего стандарта.

По сути, это в общепринятом понятии межповерочный интервал. Но если межповерочный ин-

тервал должен соответствовать периоду, установленному Госстандартом РФ, то межконтрольный интервал не оговорен в нормативных документах и может быть установлен субъектом хозяйствования, т. е. самим пользователем узла учета среды.

Объемный расход среды, приведенный к стандартным условиям, – объем среды, приведенный к условиям по ГОСТ 2939 – абсолютное давление 0,101325 МПа, температура 20 °С (стандартные условия).

Метод определения расхода включает в себя вычисление поправочных коэффициентов. Приведем основные из них.

Коэффициент истечения – отношение действительного значения расхода жидкости к его теоретическому значению. Он рассчитывается по формуле (5.6) [2], из которой видно, что на коэффициент истечения влияют относительный диаметр, длина цилиндрической части и диаметр трубопровода.

Коэффициент расширения – поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение плотности газа, обусловленное уменьшением его статического давления после СУ или в его горловине.

Эквивалентная шероховатость – шероховатость, равная равномерной песочной шероховатости, по значению которой вычисляют такой же коэффициент гидравлического сопротивления, как и для фактической шероховатости. Значение эквивалентной шероховатости, среднеарифметическое отклонение профиля шероховатости может быть определено экспериментально, вычислено или взято из таблицы Д1 [1] в зависимости от вида трубы.

Часть 2. Диафрагмы. Технические требования

При применении диафрагмы для сужения потока часть потенциальной энергии переходит в кинетическую, средняя скорость потока в месте его сужения повышается, а статическое давление становится меньше статического давления до СУ. Разность давления (перепад давления) тем больше, чем больше расход среды, и, следовательно, она может служить мерой расхода.

Расчет массового расхода среды выполняют при известных значениях ее составляющих, полученных в результате измерений или расчета.

Массовый расход среды рассчитывается по формуле:

$$q_m = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) K_{ш} K_{п} C E \varepsilon \sqrt{2\rho \Delta p},$$

где $K_{ш}$ – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода; $K_{п}$ – поправочный коэффициент, учитывающий притупление входной кромки диафрагмы; C – коэффициент истечения; E – коэффициент скорости входа; ε – коэффициент расширения; ρ – плотность среды; Δp – перепад давления.

Коэффициент истечения C и поправочный коэффициент $K_{ш}$ зависят от числа Рейнольдса Re , а оно зависит от значения расхода среды и не должно превышать значения в зависимости от относительного диаметра и способа отбора давления. Коэффициент истечения зависит от шероховатости внутренних стенок трубопровода. Так как в стандарте нет допустимого значения на относительную шероховатость, то влияние повышенной шероховатости учитывается с помощью поправочного коэффициента $K_{ш}$.

При расчете расхода параметры, участвующие в нем, можно разделить на геометрические (диаметр трубопровода и диафрагмы, длины прямых участков между местными сопротивлениями и др.); физические (температура, перепад давления, давление среды и др.); применение средств измерения (термометр, датчик давления, дифманометр, вычислитель).

В данной части стандарта установлены четкие требования к геометрическим характеристикам диафрагмы. Основные требования, их сравнение с предыдущей версией стандарта приведены в таблице.

Из таблицы видно, что по ГОСТ 8.586.2–2005 ужесточились и поменялись подходы к некоторым параметрам диафрагмы.

Часть 5. Методика выполнения измерений

Отличительной чертой нового стандарта является переход от метрологической оценки измерений расхода с помощью предела относительной погрешности к неопределенности. В настоящее время большинство средств измерений оценивается погрешностью, поэтому переход от погрешности средств измерений к неопределенности происходит путем приравнивания этих величин. Это означает принятие нормального распределения неопределенности результата.

Расчет расхода по известным исходным данным проводится по методике, изложенной в этой части стандарта. Расчет расхода очень сложный и трудоемкий процесс, поэтому для расчета используется программный комплекс.

Для проведения расчетов на БМЗ используется программный комплекс «Расходомер ИСО», разра-

Таблица

Параметр	ГОСТ 8.563.1-97		ГОСТ 8.586.2-2005	
	пункт	требование	пункт	требование
Плоскостность диафрагмы	8.1.2.1	Наклон прямой линии, связывающий две точки торцевой поверхности и линии, перпендикулярной к ее оси менее $0,3^\circ$	5.1.3.1	Максимальный зазор между диафрагмой и поверочной линейкой менее $0,005(1-d)/2$, т. е. уклон менее $0,5\%$
Шероховатость входного торца	8.1.2.2	Не более или равна $10^{-4}d$	5.1.3.2	Не более $10^{-4}d$
Шероховатость выходного торца	8.1.3.2	$Ra \leq 0,01$ мм, если диафрагма используется в одном направлении	5.1.4.2	$Ra < 0,1$ мм
Длина цилиндрической части	8.1.4.1	От $0,005D$ до $0,02D$. Разность между значениями e не более $0,001D$	5.1.5.1	То же
Толщина диафрагмы	8.1.4.3	От e до $0,05D$	5.1.5.3	Значение E_d находится в таких же пределах, но разность между значениями, измеренными в любой точке, не должна превышать $0,001D$ для $D \geq 200$ мм и $0,2$ мм для $D < 200$ мм
Диаметр d , относительный диаметр (β)	8.3.1 8.1.7	$d \geq 12,5$ мм; β от $0,20$ до $0,75$. Погрешность инструмента не более $0,02\%$. Измерения проводят под равными углами с отклонением $\pm 5^\circ$. Результаты измерения d не должны отличаться от среднего d на $0,05\%$	5.1.8	$d > 12,5$ мм; β от $0,10$ до $0,75$. Относительная неопределенность результата измерения, обусловленная инструментом $0,02\%$. Допуск на d в виде относительной расширенной неопределенности $0,04\%$

ботанный Всероссийским научно-техническим институтом расходомерии. Проведение расчета происходит по алгоритмам ГОСТ 8.586.(1-5)-2005. Данный программный комплекс полностью соответствует требованиям стандарта.

Программа предназначена для проведения следующих расчетов: значений расхода и количества жидкостей и газов; неопределенности (погрешности) результата измерений расхода и количества жидкостей и газов; геометрических характеристик стандартных СУ и ИТ; физико-химических свойств жидкостей и газов; верхнего предела преобразователя перепада давления; проверки и расчета длин прямых участков ИТ; геометрических параметров СУ.

Работая с данным стандартом, возникает ряд ситуаций, которые необходимо рассматривать не только с теоретической точки зрения, но и с практической и экономической. Рассмотрим некоторые из них. Например, изменение расчетных значений расхода природного газа в зависимости от периода поверки диафрагмы при одинаковых начальных условиях. Анализ аналогичных расчетов показал, что при изменении межповерочного интервала диафрагмы с 1 на 2 года дает увеличение расхода газа до $0,2\%$.

Таким образом, мы имеем две противоречивые ситуации. С одной стороны, очевидно, чем чаще выполняется поверка диафрагмы, тем выше не только метрологическая надежность, но и более корректная организация учета потребления газа. С другой стороны, поверка средств измерений требует значительных экономических затрат: резерв-

ный фонд, затраты на техобслуживание и поверку СУ, транспортные расходы и др. Кроме того, к значительным затратам приводит замена расходных материалов. Так, например, происходит в случае использования быстросъемных диафрагм, укомплектованных хрупкими прокладками. Поэтому период поверки диафрагмы имеет важное технико-экономическое значение и его оптимальный выбор необходимо рассматривать в каждой ситуации индивидуально.

Также для корректной организации учета потребления энергоресурсов необходима четкая установка в вычислителе нижнего предела номинального диапазона измерений расхода (так называемая отсечка). Так, если происходит снижение потребления расхода до уровня меньше нижнего установленного предела, то расчет расхода среды ведется только по отсечке. Такая ситуация не выгодна ни одному потребителю, поэтому при проведении расчета расхода необходимо добиваться по «настоящему» минимального значения нижнего предела диапазона.

Кроме того, стандарт не дает ответ на вопрос, на какой период времени будет действителен расчет расхода среды во время эксплуатации узла учета, ведь во время эксплуатации могут измениться геометрические размеры диафрагмы (контролируются при периодической поверке).

Также влияние на конечный результат расчета – расход оказывает такой параметр, как *тип и состояние трубы*, который необходимо изменять в течение жизненного цикла трубопровода. Данная процедура также не описана в стандарте.

Выводы

1. ГОСТ 8.586.(1–5)-2005 ужесточил требования к сужающим устройствам в части геометрических размеров и к нормам точности их определения.

2. Модернизирован и усовершенствован программный комплекс «Расходомер ИСО» согласно требованиям ГОСТ 8.586.(1–5)-2005.

3. Стандарт позволяет использовать в расчетах не только погрешность средств измере-

ний, но и при необходимости их неопределенность.

4. Требования ГОСТ 8.586.(1–5)-2005 дают возможность субъекту хозяйствования самому принимать решения о необходимости проведения расчетов, их периодичности с целью достижения наилучших результатов измерений количества жидкостей и газов как для технологических, так и коммерческих расчетов.

Литература

1. ГОСТ 8.586.1-2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Ч. 1. Принцип метода измерений и общие требования.

2. ГОСТ 8.586.2-2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Ч. 2. Диафрагмы. Технические требования.

3. ГОСТ 8.586.5-2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Ч. 5. Методика выполнения измерений.