Федеральное агентство по
техническому регулированию и метрологии

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

РАСХОД И КОЛИЧЕСТВО ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ В ТРУБОПРОВОДАХ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств

МИ 3152 - 2008

Москва 2009

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

ИСПОЛНИТЕЛИ Б. М. Беляев, И. М. Шенброт

РАЗРАБОТАНА Обществом с ограниченной ответственностью «Отраслевой метрологический центр «Газметрология»» (ООО ОМЦ «Газметрология»)

ИСПОЛНИТЕЛИ А. А. Личко, С. Ф. Племенкова

РАЗРАБОТАНА Закрытым акционерным обществом «Институт энергоаудита и учета энергоносителей» (ЗАО «ИЭАУЭ»)

ИСПОЛНИТЕЛИ Е. П. Пистун, Л. В. Лесовой

2. УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИМС» 07 ноября 2008 г.

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП «ВНИИМС» 07 ноября 2008 г.

4. ВЗАМЕН МИ 2588-2000

Настоящая рекомендация не может быть воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ФГУП «ВНИИМС», или ООО ОМЦ «Газметрология», или ЗАО «Институт энергоаудита и учета энергоносителей»

Т86.3

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений Расход и количество жидкостей и газов в трубопроводах большого диаметра. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств	МИ 3152 – 2008

1 Область применения и назначение

Настоящая рекомендация, разработана в дополнение к ГОСТ 8.586.1, ГОСТ 8.586.2, ГОСТ 8.586.3 и ГОСТ 8.586.5, устанавливает методику выполнения измерений расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартной диафрагмы или сопла ИСА 1932 при соблюдении следующих условий:

а) для измерения перепада давления на диафрагме применяют угловой способ отбора давления;

б) относительный диаметр отверстия диафрагмы находится в пределах от 0,1 до 0,75;

в) при применении диафрагмы внутренний диаметр трубопровода более 1000 мм и не более 3000 мм;

г) режимы течения измеряемой среды в случае применения диафрагмы характеризуются числами Рейнольдса, находящимися в пределах, установленных ГОСТ 8.586.2;

д) относительный диаметр отверстия сопла ИСА 1932 находится в пределах от 0,3 до 0,8;

е) при применении сопла ИСА 1932 внутренний диаметр трубопровода не менее 500 мм и не более 1000 мм;

ж) режимы течения измеряемой среды в случае применения сопла ИСА 1932 характеризуются числами Рейнольдса, находящимися в пределах:

- свыше 10^7 до $5 \cdot 10^7$ включительно, если внутренний диаметр трубопровода не менее 50 мм и не более 500 мм;

- от $7 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^7$ включительно при относительном диаметре отверстия сопла ИСА 1932 не менее 0,30 и менее 0,44, если внутренний диаметр трубопровода более 500 мм;

- от $2 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^7$ включительно при относительном диаметре отверстия сопла ИСА 1932 не менее 0,44 и не более 0,80, если внутренний диаметр трубопровода более 500 мм.

Рекомендация разработана с целью расширения области применения метода переменного перепада давления и предназначена для специалистов, занимающихся проектированием, монтажом и эксплуатацией средств измерений расхода и количества жидкостей и газов.

2 Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.586.1—2005 (ИСО 5167-1:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования

ГОСТ 8.586.2—2005 (ИСО 5167-2:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 2. Диафрагмы. Технические требования

ГОСТ 8.586.3—2005 (ИСО 5167-3:2003) Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 3. Сопла и сопла Вентури. Технические требования

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

ГОСТ 2939—63 Газы. Условия для определения объема

3 Термины и определения

В настоящей рекомендации применены термины и определения в соответствии с ГОСТ 8.586.1.

4 Условные обозначения, индексы и сокращения

4.1 Условные обозначения

В настоящей рекомендации применены условные обозначения в соответствии с ГОСТ 8.586.1 и ГОСТ 8.586.5.

4.2 Индексы условных обозначений величин

В настоящей рекомендации применены индексы условных обозначений величин в соответствии с ГОСТ 8.586.5.

4.3 Сокращения

В настоящей рекомендации применены сокращения в соответствии с ГОСТ 8.586.5.

5 Метод измерений

5.1 Принцип метода

Принцип метода измерений расхода и количества среды с помощью СУ изложен в ГОСТ 8.586.1.

5.2 Формулы для расчета расхода среды

Формулы для расчета расхода среды приведены в ГОСТ 8.586.5 (подраздел 5.2).

Формулы, применяемые при расчете коэффициентов, используемых в формулах ГОСТ 8.586.5 (подраздел 5.2), и их области применения указаны в таблице.

Таблица — Формулы, применяемые при расчете расхода среды

Наименование рассчитываемого параметра	Обозначение стандарта и номер формулы или пункта для следующих типов СУ:	
	Диафрагма	Сопло ИСА 1932
Коэффициенты $K_т$ и $K_{су}$	ГОСТ 8.586.1 [формулы (5.6), (5.7)]	
Диаметр отверстия СУ, d	ГОСТ 8.586.1 [формула (5.4)]	
Внутренний диаметр ИТ, D	ГОСТ 8.586.1 [формула (5.5)]	
Относительный диаметр отверстия СУ, β	ГОСТ 8.586.1 [формула (3.1)]	
Коэффициент скорости входа, E	ГОСТ 8.586.1 [формула (3.6)]	
Границы применения	1,0 м < $D \le 3,0$ м; $0,1 \le \beta \le 0,75$; $Re \ge 5000$ при $\beta \le 0,56$; $Re \ge 16000\beta^2$ при $\beta > 0,56$;	0,5 м < $D \le 1,0$ м; $0,3 \le \beta \le 0,8$; $7 \cdot 10^4 \le Re \le 5 \cdot 10^7$ при $\beta < 0,44$; $2 \cdot 10^4 \le Re \le 5 \cdot 10^7$ при $\beta \ge 0,44$.
Поправочный коэффициент $K_п$	при $r_к > 0,0004d$ $K_п$ рассчитывают по ГОСТ 8.586.2 (подпункт 5.3.2.4); при $r_к \le 0,0004d$ значение $K_п$ принимают равным единице	Значение $K_п$ принимают равным единице
Коэффициент расширения, ε	ГОСТ 8.586.2 [формула (5.7)] при $\Delta p/p \le 0,25$	ГОСТ 8.586.3 [формула (5.2)] при $\Delta p/p \le 0,25$
Число Рейнольдса, Re	ГОСТ 8.586.5 [формулы (5.9) - (5.11)]	
Коэффициент истечения, C	ГОСТ 8.586.2 [формула (5.6)]	ГОСТ 8.586.3 [формула (5.1)]
Поправочный коэффициент $K_ш$	ГОСТ 8.586.2 [формула (5.11)]*	ГОСТ 8.586.3 [формула (5.3)]*
*) Если значение $K_ш$, полученное в результате расчета, больше 1,03, то принимается, что эквивалентная шероховатость стенок ИТ превышает допускаемое значение		

5.3 Формулы для расчета количества среды

Формулы для расчета количества среды (массы, объема при рабочих или стандартных условиях по ГОСТ 2939) приведены в ГОСТ 8.586.5 (подраздел 5.3).

6 Средства измерений и вспомогательные устройства

6.1 Требования к составу средств измерений и вспомогательных устройств

Измерения расхода и количества жидкостей и газов выполняют с помощью технических средств, в состав которых входят основные узлы, перечисленные в ГОСТ 8.586.5 (раздел 1).

6.2 Сужающие устройства

6.2.1 Конструкция диафрагм должна соответствовать требованиям ГОСТ 8.586.2 (подраздел 5.1), сопел ИСА 1932 –ГОСТ 8.586.3 (пункты 5.1.1, 5.1.2 и 5.1.3).

6.2.2 Конструкция камер отбора давления и выполнение отверстий для отбора давлений должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.586.2 (подраздел 5.2) для диафрагм и ГОСТ 8.586.3 (пункт 5.1.5) для сопел ИСА 1932.

6.2.3 Измерение диаметра отверстия диафрагмы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.2 (пункт 5.1.8), горловины сопла ИСА 1932 - в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.3 (подпункт 5.1.2.5).

6.2.4 Диафрагму устанавливают в трубопровод в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.2 (раздел 6), сопло ИСА 1932 - в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.3 (раздел 6).

6.3 Измерительный трубопровод и его оснащение

6.3.1 Общие требования к геометрическим характеристикам, расположению, состоянию внутренней поверхности ИТ и его оснащению приведены в ГОСТ 8.586.1 (раздел 7).

6.3.2 Требования к округлости и цилиндричности ИТ приведены в ГОСТ 8.586.2 (подраздел 6.4), при применении сопла ИСА 1932 – в ГОСТ 8.586.3 (подраздел 6.4).

6.3.2 Измерение внутреннего диаметра ИТ в случае применения диафрагмы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.2 (пункт 6.4.2), при применении сопла ИСА 1932 - ГОСТ 8.586.3 (пункт 6.4.2).

6.4 Средства измерений параметров потока и среды

6.4.1 Характеристики СИ параметров потока и среды должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.586.5 (подразделы 4.3-4.7; раздел 6) .

6.4.2 Монтаж и эксплуатация СИ параметров потока и среды, вспомогательных устройств должны выполняться в соответствии с требованиями технической документации по их эксплуатации и ГОСТ 8.586.5 (раздел 6).

7 Условия измерений

Условия измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 8.586.1 (раздел 6) и ГОСТ 8.586.5 (раздел 4).

8 Подготовка к выполнению измерений

Перечень работ и процедур, проводимых при подготовке к выполнению измерений, приведен в ГОСТ 8.586.5 (раздел 7).

9 Расчет расхода и количества среды

9.1 Исходные данные

Для расчета расхода и количества среды необходимы следующие исходные данные:

а) тип среды;

б) параметры и характеристики СУ и ИТ:

- тип СУ и способ отбора перепада давления (для диафрагм);

- диаметр отверстия СУ при температуре 20 °С;

- материал, из которого изготовлено СУ, или температурный коэффициент линейного расширения материала СУ;

- при применении диафрагм начальный радиус входной кромки диафрагмы и время эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы или межконтрольный интервал СУ;

- внутренний диаметр ИТ при температуре 20 °С;

- материал, из которого изготовлен прямолинейный участок ИТ непосредственно перед СУ, или температурный коэффициент линейного расширения материала ИТ;

- среднеарифметическое отклонение профиля шероховатости или эквивалентная шероховатость внутренней поверхности ИТ;

в) физико-химические параметры среды:

- для смеси газов (в т ч. природного газа) – полный ее состав или (для природного газа) - молярные доли диоксида углерода и азота в газе и его плотность при стандартных условиях;

- плотность среды в рабочих условиях (при наличии плотномера);

г) при измерении расхода и количества среды с помощью вычислительных устройств:

- перепад давления на СУ;

- температура среды;

- абсолютное давление среды или избыточное давление среды и атмосферное давление;

д) при измерении количества среды по средним параметрам потока и среды за интервал времени измерений:

- среднее значение квадратного корня перепада давления;

- среднее значение абсолютного давления или квадратного корня абсолютного давления;

- среднее значение избыточного давления и атмосферное давление при определении абсолютного давления с помощью СИ избыточного и атмосферного давления;

- среднее значение температуры среды.

9.2 Определение значений исходных величин

9.2.1 Значения параметров и характеристик СУ и ИТ, необходимых для выполнения расчета расхода среды, определяют в соответствии с сертификатами или с актами измерений геометрических параметров СУ и ИТ.

9.2.2 Значения физико-химических параметров среды, необходимых для выполнения расчета расхода среды, а также значения параметров потока измеряют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.1 (подраздел 5.4) и ГОСТ 8.586.5 (раздел 6).

9.3 Обработка результатов измерений

9.3.1 Порядок обработки результатов измерений приведен в ГОСТ 8.586.5 (раздел 8).

Расчет расхода и количества среды выполняют с учетом установленных в настоящей рекомендации границ применения формул для расчета коэффициентов (см. таблицу), используемых в формулах ГОСТ 8.586.5 (подраздел 5.2).

9.3.2 Алгоритм расчета расхода среды приведен в ГОСТ 8.586.5 (пункт 8.1.2).

9.3.3 Расчет количества среды с помощью вычислительных устройств выполняют в соответствии с ГОСТ 8.586.5 (подраздел 8.2).

9.3.4 Расчет количества среды по результатам планиметрирования диаграмм выполняют в соответствии с ГОСТ 8.586.5 (подраздел 8.3).

10 Требования безопасности и требования к квалификации операторов

10.1 К проведению монтажа и выполнению измерений допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на СИ и вспомогательное оборудование, прошедшие инструктаж по технике безопасности, получившие допуск к самостоятельной работе, обладающие наличием знаний стандартов и правил, мер техники безопасности.

10.2 Перед монтажом СИ и вспомогательного оборудования необходимо обратить внимание на их соответствие эксплуатационной документации, наличие и целостность маркировок взрывозащиты (при необходимости), наличие и целостность крепежных элементов, оболочек (корпусов).

При подготовке и проведении работ на измерительном оборудовании должны соблюдаться установленные правила и действующие технические инструкции, распространяющиеся на данный вид оборудования.

Инструкции по эксплуатации оборудования и СИ должны быть доступны обслуживающему персоналу.

Монтаж СИ необходимо производить в строгом соответствии с их схемой внешних соединений. Запрещается вносить какие-либо изменения в электрическую схему внешних соединений, а также использовать любые запасные части, не предусмотренные эксплуатационной документацией и без согласования с изготовителем СИ.

Необходимо использовать подъемные механизмы и оборудование, соответствующие поднимаемому весу.

10.3 В процессе эксплуатации, не реже одного раза в месяц, СИ и вспомогательное оборудование должны осматриваться квалифицированным персоналом. При этом необходимо обращать внимание на целостность оболочек (корпусов) СИ, наличие крепежных элементов, пломб и предупредительных надписей.

11 Оценка неопределенности результатов измерений

Оценку неопределенности результатов измерений расхода и количества среды выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5 (раздел 10). При этом относительную расширенную неопределенность коэффициента истечения сопел ИСА 1932 при условии, что неопределенности β и Re равны нулю, рассчитывают по формулам

- $U'_{C_0} = 0{,}8$ - для $\beta \le 0{,}6$;

- $U'_{C_0} = (2\beta - 0{,}4)$ - для $\beta \ge 0{,}6$.

Если $10^7 < \mathrm{Re} \le 5 \cdot 10^7$, то к данным значениям добавляют арифметически неопределенность 0,2 %.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения и назначение 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Условные обозначения, индексы и сокращения 2
4.1 Условные обозначения 2
4.2 Индексы условных обозначений величин 2
4.3 Сокращения 2
5 Метод измерений 2
5.1 Принцип метода 2
5.2 Формулы для расчета расхода среды 2
5.3 Формулы для расчета количества среды 3
6 Средства измерений и вспомогательные устройства 4
6.1 Требования к составу средств измерений и вспомогательных устройств 4
6.2 Сужающие устройства 4
6.3 Измерительный трубопровод и его оснащение 4
6.4 Средства измерений параметров потока и среды 4
7 Условия измерений 4
8 Подготовка к выполнению измерений 4
9 Расчет расхода и количества среды 5
9.1 Исходные данные 5
9.2 Определение значений исходных величин 5
9.3 Обработка результатов измерений 6
10 Требования безопасности и требования к квалификации операторов 6
11 Оценка неопределенности результатов измерений 7

gost.e-ecolog.ru