

**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

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»

РЕКОМЕНДАЦИЯ

| | |
|---|---|
| <p align="center">Государственная система обеспечения единства измерений</p> <p align="center">Расход и количество жидкостей и газов в трубопроводах большого диаметра.</p> <p align="center">Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств</p> | <p align="center">МИ 3152 – 2008</p> |
|---|---|

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.

Т а б л и ц а — 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_t и K_{cv} | 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 | $1,0 \text{ м} < D \leq 3,0 \text{ м};$ $0,1 \leq \beta \leq 0,75;$ $Re \geq 5000$ при $\beta \leq 0,56;$ $Re \geq 16000\beta^2$ при $\beta > 0,56;$ | $0,5 \text{ м} < D \leq 1,0 \text{ м};$ $0,3 \leq \beta \leq 0,8;$ $7 \cdot 10^4 \leq Re \leq 5 \cdot 10^7$ при $\beta < 0,44;$ $2 \cdot 10^4 \leq Re \leq 5 \cdot 10^7$ при $\beta \geq 0,44.$ |
| Поправочный коэффициент K_n | при $r_k > 0,0004d$ K_n рассчитывают по ГОСТ 8.586.2 (подпункт 5.3.2.4); при $r_k \leq 0,0004d$ значение K_n принимают равным единице | Значение K_n принимают равным единице |
| Коэффициент расширения, ϵ | ГОСТ 8.586.2 [формула (5.7)] при $\Delta p/p \leq 0,25$ | ГОСТ 8.586.3 [формула (5.2)] при $\Delta p/p \leq 0,25$ |
| 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_m | ГОСТ 8.586.2 [формула (5.11)]* | ГОСТ 8.586.3 [формула (5.3)]* |
| *) Если значение K_m , полученное в результате расчета, больше 1,03, то принимается, что эквивалентная шероховатость стенок ИТ превышает допустимое 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

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

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

Если $10^7 < Re \leq 5 \cdot 10^7$, 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 |