Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС») Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ФГУП «ВНИИМС»

С. А. Кононогов

«15» декабря 2006 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Расход природного газа.

Методика выполнения измерений измерительными комплексами с расходомерами-счетчиками РС-СПА-М.

МИ 3021-2006

Москва
2006 г.

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНА Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

ИСПОЛНИТЕЛИ Б.М. Беляев, А.М. Шаронов, Б.А. Иполитов

РАЗРАБОТАНА ООО «Интер Инвест Прибор»

ИСПОЛНИТЕЛЬ П.А. Аристов

2. УТВЕРЖДЕНА ФГУП «ВНИИМС» «15» декабря 2006 г.

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ФГУП «ВНИИМС» «19» декабря 2006 г.

4. ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Содержание

	стр.
1. Область применения	1
2. Нормативные ссылки	1
3. Требования к погрешности измерений	2
4. Средства измерений, вспомогательные устройства и требования к их установке	2
5. Метод измерений	4
6. Требования безопасности и охраны окружающей среды	6
7. Требования к квалификации операторов	6
8. Условия измерений	6
9. Подготовка к выполнению измерений и их выполнение	6
10. Обработка результатов измерений	7
11. Определение погрешности	7
12. Контроль точности результатов измерений	9
13. Проверка реализации МВИ	9
Приложение А (справочное) Перечень нормативных документов	10

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений. Расход природного газа. Методика выполнения измерений измерительными комплексами с расходомерами-счетчиками РС-СПА-М.	**МИ 3021-2006**

1. Область применения

Настоящая инструкция устанавливает методику выполнения измерений (далее - МВИ) объема природного газа (далее – газа) измерительными комплексами (далее – ИК) с расходомерами-счетчиками РС-СПА-М.

Инструкция определяет основные требования к средствам измерений (далее – СИ), методике и условиям выполнения измерений, а также оценке погрешности измерений. Измерительные комплексы обеспечивают измерение объема газа в рабочих условиях, определение параметров газа и приведение измеренного объема газа к стандартным условиям по ГОСТ 2939.

Расходомеры-счетчики РС-СПА-М предназначены для преобразования объемного расхода газа в токовый, частотный или импульсный сигналы пропорциональный расходу или могут использоваться как счетчики количества.

Расходомеры-счетчики РС-СПА-М, в зависимости от конструктивных особенностей первичного преобразователя расхода, имеют исполнения РС и РП.

Измерительные комплексы применяются для учета газа на предприятиях различных отраслей промышленности и в коммунальном хозяйстве.

2. Нормативные ссылки

ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

ГОСТ 30319.2-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости.

ГОСТ 2939-63 Газы. Условия для определения объема.

ПР 50.2.006-94 ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.

ПБ 08-624-03 Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности.

ПБ 12-529-03 Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.

3. Требования к погрешности измерений

Погрешность измерений объема газа в стандартных условиях с помощью измерительных комплексов с расходомерами-счетчиками РС-СПА-М определяется исполнением расходомера-счетчика с учетом применяемых средств измерений параметров газа.

4. Средства измерений, вспомогательные устройства и требования к их установке

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений (далее – СИ), входящие в состав измерительных комплексов.

2.1. Измерительные каналы объемного расхода газа РС.

2.1.1. Исполнение РС, в зависимости от выходного сигнала имеет следующие модификации:

-РС.1 – с токовым выходом;

-РС.2 – с частотным выходом;

-РС.3 – с импульсным выходом;

-РС.4 – с местным отсчетом (счетчик).

Первичный преобразователь расхода РС (далее – ППР), включает в себя струйный автогенератор (далее - САГ) с блоком электронного устройства преобразования сигнала (далее -УПС) выполненных в одном агрегате и установленными на измерительный трубопровод с местным сужением потока.

2.1.2. Монтаж расходомеров-счетчиков РС должен производиться в соответствии со схемами подключения (приложения Г, Д, Е, Ж) «Руководство по эксплуатации» Часть 1 ФИЖТ.423141.027 РЭ. РС рекомендуется монтировать в положении, указанном в приложении А «Руководство по эксплуатации» Часть 1 ФИЖТ.423141.027 РЭ. Допустимо произвольное пространственное расположение РС. Длина прямых участков линий до входа и после выхода РС не лимитируется.

2.2. Измерительные каналы объемного расхода РП.

2.2.1. Исполнение РП, в зависимости от выходного сигнала имеет следующие модификации:

-РП.1 – с токовым выходом;

-РП.2 – с частотным выходом;

-РП.3 – с импульсным выходом;

-РП.4 – с местным отсчетом (счетчик).

Первичный преобразователь расхода РП, включает в себя САГ с блоком электронного УПС.

2.2.2. РП устанавливается на измерительный трубопровод у сужающего устройства, так чтобы место подсоединения совпадало с местом отбора давления. В качестве СУ может использоваться стандартное сужающее устройство и напорные трубки (усредняющие, щелевые и т.д.). Соединительные линии от мест отбора давления на СУ к РП должны быть проложены по кратчайшему расстоянию с длиной линии не более 1,5 м, внутренний диаметр трубки не ме-

нее 8 мм. Монтаж РП производится в положении, указанном в приложении А «Руководство по эксплуатации» Часть 2 ФИЖТ.423141.027 РЭ. Монтаж РП должен производиться в соответствии со схемами подключения (приложения Г,Д, Е, Ж) «Руководство по эксплуатации» Часть 2 ФИЖТ.423141.027 РЭ.

Требования к СУ, монтажу, прямым участкам, измерительному трубопроводу, местам отбора давления и температуры определяются действующей нормативно-технической документацией регламентирующей методику выполнения измерений методом переменного перепада давления.

2.3. Измерительные каналы абсолютного давления.

2.3.1. *Абсолютное давление измеряемого газа определяют одним из следующих способов:*

- непосредственным измерением;
- по сумме избыточного P_u и атмосферного $P_б$ давления газа

$$p = p_u + p_б$$

2.3.2. Абсолютное и избыточное давление газа измеряют преобразователями давления любого принципа действия.

2.3.3. Атмосферное давление измеряют в месте расположения измерительного преобразователя избыточного давления. Значение атмосферного давления может быть принято за условно-постоянный параметр.

2.3.4. Место для отбора давления.

2.3.4.1. Место отбора давления для исполнения РС может располагаться в корпусе расходомера-счетчика до места сужения потока или определяться действующей нормативно-технической документацией регламентирующей методику выполнения измерений методом переменного перепада давления, при этом место сужения потока принимают за место установки СУ. При установке преобразователя давления вне корпуса расходомера-счетчика соблюдают требования МВИ методом перепада давления.

2.3.5. Отверстие для отбора давления.

2.3.5.1. Отверстие для отбора давления для горизонтальных и вертикальных трубопроводов должно быть расположено радиально. При горизонтальном расположении трубопровода это отверстие должно быть размещено в верхней половине сечения трубопровода.

2.3.5.2. Давление отбирают через цилиндрическое отверстие или паз. Кромки отверстий и пазов не должны иметь заусенцев. Для ликвидации заусенцев или задиров допускается скругление внутренней кромки отверстия радиусом не более 1/10 его диаметра.

Неровности на внутренней поверхности отверстия и паза или на стенке трубопровода вблизи них не допускаются. Соответствие настоящему требованию проверяют визуально.

2.3.6. Соединительные трубки (линии)

2.3.6.1. Соединительные трубки СИ давления и перепада давления должны иметь уклон к горизонтали не менее 1:12. Внутреннее сечение соединительных трубок должно быть одинаковым по всей их длине, а диаметр сечения должен быть от 6 до 15 мм.

2.3.6.2. Материал соединительных трубок должен быть коррозионностойким по отношению к измеряемому газу, его конденсату и сопутствующим компонентам (метанол, гликоль и др.).

2.4. Измерительные каналы температуры газа.

2.4.1. Температуру газа измеряют термометрами любого принципа действия.

Температуру газа определяют по формуле:

$$T = 273{,}15 + t, \left[^{\circ} K\right],$$

где t – измеренная температура, °С

2.4.2. Место установки термометра может располагаться в корпусе расходомера-счетчика после места сужения потока или определяться действующей нормативно-технической документацией регламентирующей методику выполнения измерений методом переменного перепада давления, при этом место сужения потока принимают за место установки СУ. При установке чувствительного элемента термометра вне корпуса расходомера-счетчика соблюдают требования МВИ методом перепада давления.

2.4.3. При установке чувствительного элемента преобразователя температуры в гильзу должен быть обеспечен надежный тепловой контакт. Для обеспечения теплового контакта гильзу заполняют, например, жидким маслом.

2.4.4. Чувствительный элемент преобразователя температуры должен располагаться радиально относительно трубопровода. Допускается наклонная установка термометра или его установка в изгибе колена по оси трубопровода.

2.5. Вычислительное устройство.

2.5.1. Вычислительное устройство должно автоматически учитывать действительные значения рабочих давлений и температур, текущий и суммарный расход природного газа в рабочих и стандартных условиях, значения вычисленных и измеренных параметров природного газа за интервал времени (час, сутки, месяц).

2.5.2. Вычислительное устройство должно поставляться в комплекте со встроенным дисплеем и клавиатурой для ввода параметров, просмотра вычисленных значений, а также значений расхода и объема природного газа в рабочих и стандартных условиях, накопленных с нарастающим итогом.

2.5.3. Вычислительное устройство должно обеспечивать вывод на принтер для распечатки архивной и итоговой информации. В вычислительном устройстве должна быть предусмотрена возможность защиты архивной информации и программ от постороннего вмешательства.

5. Метод измерений

В принципе действия расходомеров-счетчиков РС-СПА-М заложен эффект возникновения устойчивых автоколебаний в струйном автогенераторе, представляющем собой струйный элемент охваченный каналами обратной связи.

Колебания воспринимаются пьезоэлектрическим или терморезисторным чувствительным элементом. Сигнал с чувствительного элемента поступает в блок электронного устройства преобразования сигнала. Частота колебаний струйного автогенератора пропорциональна протекающему через него объемному расходу и определяется отношением коэффициента расхода сопла генератора и СУ.

Характеристика функции частоты струйного автогенератора для исполнения РС, в зависимости от расхода, определяется при калибровке на заводе-изготовителе с использованием поверочных установок обеспечивающих воспроизведение необходимых диапазонов расходов. Вес импульса определяется максимальным расходом и характеристиками вычислительного устройства. В случае расположения мест отбора давления и температуры в корпусе расходомера-счетчика калибровку проводят после установки датчиков давления и температуры.

Калибровка расходомера счетчика исполнения РП производится на основании результатов обратного расчета ИК с СУ при помощи программно-технического комплекса.

Объем газа вычисляют по формуле:

$$V = \int_{\tau_н}^{\tau_к} Q dt ,$$

где $\tau_н$ – начало интервала времени измерений;

$\tau_к$ – конец интервала времени измерений.

При измерении абсолютного давления p и температуры T газа с учетом коэффициента сжимаемости K, объем газа вычисляют по формуле:

$$V_c = \sum \Delta V \times \left[\frac{p \mathrm{T}_c}{p_c \mathrm{TK}} \right] = \mathrm{K}_c \times \sum \Delta \mathrm{N} \times \left[\frac{p \mathrm{T}_c}{p_c \mathrm{TK}} \right] [м^3]$$

где:

K – коэффициент сжимаемости, полученный расчетным путем по измеренным значениям параметров состояния газа в соответствии с ГОСТ 30319.2 в течении интервала времени Δt_i;

T, T_c – термодинамическая температура газа при стандартных и рабочих условиях;

ΔN - разность показаний счетчика за интервал времени Δt_i;

p_c, p - давление газа при стандартных и рабочих условиях;

ΔV_i - измеренное количество газа в рабочих условиях в течение интервала времени Δt_i;

K_c – весовой коэффициент счетчика.

6. Требования безопасности и охраны окружающей среды

Организация и производство работ проводится в соответствии с утвержденными действующими правилами и нормативными документами:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации средств измерений;
- ПБ 08-624-03;
- ПБ 12-529-03;
- Федеральным законом «Об охране окружающей среды № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.

и другими действующими законодательными актами на территории РФ.

7. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, достигших 18 лет, имеющих квалификацию оператора не ниже 3-го разряда, обученных работе с измерительными комплексами, сдавших экзамен по технике безопасности и ознакомленных с руководством по эксплуатации и настоящей МВИ. Оператор должен знать технологическую схему, назначение всех средств измерений и устройств.

8. Условия измерений

8.1. При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- диапазон температур окружающего воздуха – от минус 30 до плюс 50 ^{0}С;

8.2. Параметры измеряемого газа:

- температура, ^{0}С – от минус 30 до плюс 50;
- верхний предел измерений абсолютного давления, МПа – до 10;

9. Подготовка к выполнению измерений и их выполнение

9.1. Перед проведением измерений должна быть проведена проверка соответствия характеристик применяемых средств измерений условиям эксплуатации.

9.2. Перед проведением измерений проверяют:

- наличие паспортов применяемых средств измерений и технического описания или инструкции по эксплуатации СИ, входящих в состав измерительных комплексов;
- соответствие монтажа средств измерений требованиям эксплуатационной документации;
- техническое состояние трубопроводов, запорной арматуры, технологического оборудования, отсутствие утечек и механических повреждений;
- целостность пломб и клейм на компонентах измерительных комплексов;

- соответствие используемых вычислителем констант значениям, указанных в свидетельствах о поверке, паспортах СИ, входящих в состав измерительных комплексов, правильность введения физических свойств измеряемого газа;

- соответствие условий проведения измерений требованиям раздела 8 настоящего документа. Эту проверку проводят не реже одного раза в месяц.

9.3. После проведенной проверки все средства измерений приводят в рабочее состояние, измерительный трубопровод подключают к источнику измеряемого газа, проверяют герметичность соединений всех узлов, а затем проводят измерения параметров, расхода и объема газа, и обработку результатов измерений.

10. Обработка результатов измерений

10.1 Результат измерений объема газа за отчетный период должен быть представлен в соответствии с ГОСТ 8.009 в следующем виде:

$$V, \delta_{ик}$$

где V – объем газа, м^3;

$\delta_{ик}$ –относительная погрешность измерения объема газа при доверительной вероятности 0,95.

10.2. Обработку результатов измерений проводят при помощи вычислительных устройств. При автоматической регистрации показаний первичных преобразователей измеряемых параметров газа; объемного расхода газа и с учетом условно-постоянных параметров газа, введенных в вычислительное устройство, определяется объем газа в стандартных условиях.

11. Определение погрешности

11.1. Определение относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям.

Относительную погрешность определения объема газа, приведенного к стандартным условиям вычисляют по формуле:

$$\delta_{V_c} = \sqrt{\delta_{Q_c}^2 + \delta_\tau^2},$$

где δ_τ – погрешность измерений времени;

δ_{Qc} – погрешность вычислений расхода в стандартных условиях.

Относительную погрешность вычисления расхода вычисляют по формуле:

$$\delta_{Qc} = \sqrt{\delta_{пп}^2 + \delta_T^2 + \delta_p^2 + \delta_в^2 + \delta_K},$$

где:

$\delta_{пп}$– относительная погрешность измерений расхода в рабочих условиях;

δ_T– относительная погрешность канала измерения температуры;

δ_p - относительная погрешность канала измерения давления;

$\delta_в$ - относительная погрешность вычислителя.

δ_K - погрешность определения коэффициента сжимаемости

11.2. Погрешность измерений расхода газа в рабочих условиях устанавливают по технической документации на конкретное исполнение расходомера-счетчика. Для исполнения РП учитывают погрешность измерений методом переменного перепада давления. Погрешность измерений методом переменного перепада давления определяется расчетным методом с помощью программно-технического комплекса.

Погрешность измерений расхода газа в рабочих условиях для исполнения РП вычисляют по формуле:

$$\delta_{пп} = \sqrt{\delta_{РП}^2 + \delta_{СУ}^2},$$

где $\delta_р$ - погрешность расходомера-счетчика исполнения РП;

$\delta_в$ – погрешность измерений методом переменного перепада давления.

11.3. Погрешность вычислительного устройства устанавливают по технической документации на СИ конкретного типа,

11.4. Погрешность измерений абсолютного давления.

11.4.1. Погрешность СИ абсолютного или избыточного давления определяют по технической документации на конкретное СИ.

11.4.2. Погрешность определения абсолютного давления $\delta_Р$ при применении СИ избыточного давления рассчитывают по формуле:

$$\delta_р = \sqrt{\left(\frac{p_и}{p}\right)^2 \delta_{p_и}^2 + \left(\frac{p_б}{p}\right)^2 \delta_{p_и}^2},$$

где $\delta_{P_и}$ – погрешность измерений избыточного давления;

$\delta_{P_б}$ – погрешность измерений барометрического давления.

11.4.3. Относительную погрешность канала измерений абсолютного давления вычисляют по формуле:

$$\delta_Р = \left[\sum (\delta_{Pi})^2\right]^{0.5}$$

где:

δ_{Pi} - относительная погрешность i-го преобразователя или прибора, входящего в комплект для измерений абсолютного давления.

11.5. Относительную погрешность канала измерений температуры газа вычисляют по формуле:

$$\delta_T = 100 \frac{(T_B - T_H)}{T} \left[\sum \left(\frac{\Delta y_i}{y_{Bi} - y_{Hi}} \right)^2 \right]^{0.5}$$

где:

$T_в$, $T_н$ - соответственно, верхнее и нижнее значение диапазона шкалы средства измерений температуры;

Т- температура газа;

Δy_i - абсолютная погрешность i-го преобразователя или прибора, входящего в комплект для измерений температуры.

y_{Bi}, y_{Hi} - верхнее и нижнее значения диапазона шкалы или выходного сигнала i-го преобразователя или прибора входящего в комплект.

11.6. Погрешности $\delta_m, \delta_\rho, \delta_P, \delta_T$ рассчитывают с учетом погрешности соответствующих измерительных каналов или вычислительного устройства, учитывая диапазоны изменения параметров газа и окружающей среды в реальных условиях эксплуатации.

11.7. Погрешность определения коэффициента сжимаемости δ_K рассчитывают в соответствии с ГОСТ 30319.2.

12. Контроль точности результатов измерений

12.1. В процессе эксплуатации СИ подлежат поверке в соответствии ПР 50.2.006.

12.2. Периодичность поверки СИ должна соответствовать межповерочным интервалам, установленным при утверждении типа СИ.

12.3. СИ, применяемые для измерений и вычисления расхода и объема газа, должны эксплуатироваться в соответствии с требованиями технической документации.

13. Проверка реализации МВИ

13.1. Проверку реализации МВИ проводят органы Государственной метрологической службы или метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право аттестации МВИ:

- перед пуском измерительных комплексов в эксплуатацию;
- после реконструкции измерительных комплексов.

13.2. При проведении проверки реализации МВИ устанавливают:

- наличие описаний и руководства по эксплуатации СИ;
- соответствие условий проведения измерений требованиям раздела 8;
- соответствие монтажа СИ требованиям монтажно-эксплуатационной документации и раздела 4.

Приложение А
(справочное)

Перечень нормативных документов, использованных при разработке МВИ

ГОСТ Р 8.563-96 ГСИ. Методики выполнения измерений.

ГОСТ 30319.0-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения.

ГОСТ 30319.1-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки.

ГОСТ 30319.3-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния.

ПР 50.2.002-94 ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм.

ПР 50.2.009-94 ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений.

РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

gost.e-ecolog.ru