



ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц RA.RU.311229

«СОГЛАСОВАНО»

Технический директор по испытаниям
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов

_____ 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерительная расхода и количества природного газа, подаваемого
на узел смешения с топливным газом, поз. 1Н-FQI-9002**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 0303/1-311229-2022

г. Казань
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительную расхода и количества природного газа, подаваемого на узел смешения с топливным газом, поз. 1Н-FQI-9002 (далее – СИКГ), заводской № КГРТО-04, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 СИКГ соответствует требованиям к средству измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Росстандарта № 2825 от 29 декабря 2018 года, и прослеживается к Государственному первичному эталону единицы объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017. Метрологические характеристики СИКГ определяются методом косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

Примечание – При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку СИКГ прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|---|-----------------------|
| – температура окружающего воздуха в месте установки системы обработки информации СИКГ, °С | от плюс 21 до плюс 25 |
| – относительная влажность, % | от 30 до 80 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки СИКГ применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
6, 7, 8, 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 до плюс 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
9.2	Средство воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности $\pm 0,06$ %	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)

4.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик СИКГ с требуемой точностью.

4.3 Применяемые эталоны и средства измерений (далее – СИ) должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования правил безопасности при эксплуатации средств поверки и СИКГ, приведенных в их эксплуатационных документах, инструкций по охране труда, действующих на объекте, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации СИКГ и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность СИКГ;
- отсутствие механических повреждений СИКГ, препятствующих ее применению;
- четкость надписей и обозначений;
- наличие и целостность пломб.

6.2 Результаты поверки по 6 считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность СИКГ соответствуют описанию типа и паспорту СИКГ;

- отсутствуют механические повреждения СИКГ, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения четкие;
- СИ, входящие в состав СИКГ, опломбированы в соответствии с описаниями типа и (или) эксплуатационными документами данных СИ.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационную документацию СИКГ;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и СИКГ устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- средства поверки выдерживают при температуре, указанной в разделе 3, не менее двух часов;
- устанавливают соответствие параметров конфигурации СИКГ данным, зафиксированным в описании типа и эксплуатационных документах СИКГ.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными при выполнении требований, изложенных в 7.1.

8 Проверка программного обеспечения средства измерения

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) СИКГ проводят сравнением идентификационных данных ПО СИКГ с идентификационными данными ПО, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа СИКГ и отраженными в описании типа СИКГ.

8.2 Результаты проверки ПО СИКГ считают положительными, если идентификационные данные ПО СИКГ совпадают с указанными в описании типа СИКГ.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ, входящих в состав СИКГ.

9.2 Отключают первичный измерительный преобразователь измерительного канала (далее – ИК) давления (температуры, перепада давления), на вход вторичной части ИК подключают калибратор и задают сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

В каждой контрольной точке рассчитывают приведенную погрешность измерений сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное СИКГ, мА;

$I_{\text{эт}}$ – значение силы постоянного тока, заданное калибратором, мА.

Операции по 9.2 проводят для каждого ИК давления, температуры, перепада давления.

9.3 Расчет относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) объёмного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.5–2005.

Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована основная погрешность, то значения основной относительной стандартной неопределенности u'_{oy} , %, величины u рассчитывают по формулам:

- при известной основной абсолютной погрешности Δu или основной относительной погрешности δ_{oy} , %:

$$u'_{oy} = 50 \cdot \frac{\Delta y}{y} = 0,5 \cdot \delta_{oy}, \quad (2)$$

где y – измеряемая величина, выраженная в единицах измерения компонента измерительной цепи;

– при известной приведенной основной погрешности γ_0 , %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений верхнего $y_в$ и нижнего пределов $y_н$:

$$u'_{oy} = 0,5 \cdot \gamma_0 \cdot \frac{y_в - y_н}{y}, \quad (3)$$

– при известной приведенной основной погрешности γ_0 , %, если нормирующим параметром принят верхний предел измерений $y_в$:

$$u'_{oy} = 0,5 \cdot \gamma_0 \cdot \frac{y_в}{y}, \quad (4)$$

Дополнительную составляющую относительной стандартной неопределенности результата измерений величины y , вызванную внешней влияющей величиной, при нормировании пределов допускаемых значений погрешности СИ при наибольших отклонениях внешней влияющей величины от нормального значения $u'_{дв}$, %, (при применении ультразвуковых расходомеров газа) рассчитывают по формулам:

$$u'_{дв} = \frac{100}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\Delta_d}{y}, \quad (5)$$

$$u'_{дв} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \delta_d, \quad (6)$$

$$u'_{дв} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \gamma_d \cdot \frac{y_в - y_н}{y}, \quad (7)$$

где Δ_d – дополнительная абсолютная погрешность измерений величины y ;

δ_d – дополнительная относительная погрешность измерений величины y , %;

γ_d – дополнительная приведенная погрешность измерений величины y , %.

Относительную стандартную неопределенность u'_y , %, результата косвенных измерений величины y , которая связана функциональной зависимостью с измеряемыми величинами y_i (например, температурой, давлением, компонентным составом) $y = f(y_1, y_2, \dots, y_m)$, рассчитывают по формуле

$$u'_y = \left[u'^2_{yf} + \sum_{i=1}^m g_{yi}^2 \cdot u'^2_{yi} \right]^{0,5}, \quad (8)$$

где u'_{yf} – относительная стандартная неопределенность, приписываемая функциональной зависимости, %;

g_{yi} – коэффициент чувствительности величины y к изменению значения i -ой измеряемой величины.

При известной абсолютной погрешности Δy или относительной погрешности δ_y , %, приписываемой функциональной зависимости, неопределенность u'_{yf} , %, рассчитывают по формуле

$$u'_{yf} = \frac{\Delta y}{y \cdot \sqrt{3}} \cdot 100 = \frac{\delta_y}{y \cdot \sqrt{3}}. \quad (9)$$

Относительный коэффициент чувствительности g_{yi} рассчитывают по формуле

$$g_{y_i} = f'_{y_i} \cdot \frac{y_i}{y}, \quad (10)$$

где f'_{y_i} – частная производная функции f по y_i .

Если неизвестна математическая взаимосвязь величины y с величиной y_i или дифференцирование функции f затруднено, значение частной производной f'_{y_i} рассчитывают по формуле

$$f'_{y_i} = \frac{f(y_i + \Delta y_i) - f(y_i)}{\Delta y_i}. \quad (11)$$

Значение приращения аргумента Δy_i рекомендуется выбирать не более абсолютной погрешности измерений величины y_i .

Относительную суммарную стандартную неопределенность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, u'_{q_c} , %, рассчитывают по формуле

$$u'_{q_c} = \sqrt{u'^2_{K_q} + u'^2_C + u'^2_{K_m} + u'^2_{K_n} + \left(\frac{2 \cdot \beta^4}{1 - \beta^4}\right)^2 \cdot u'^2_D + \left(\frac{2}{1 - \beta^4}\right)^2 \cdot u'^2_d + u'^2_\varepsilon + 0,25 \cdot (u'^2_{\Delta p} + u'^2_\rho + u'^2_{\rho_c})}, \quad (12)$$

- где u'_{K_q} – относительная стандартная неопределенность, обусловленная вычислительным устройством, %;
- u'_C – относительная стандартная неопределенность коэффициента истечения, %;
- u'_{K_m} – относительная стандартная неопределенность поправочного коэффициента, учитывающего шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода (далее – ИТ), %;
- u'_{K_n} – относительная стандартная неопределенность поправочного коэффициента, учитывающего притупление входной кромки диафрагмы, %;
- β – относительный диаметр сужающего устройства (далее – СУ);
- u'_D – относительная стандартная неопределенность измерения внутреннего диаметра ИТ при рабочей температуре среды, %;
- u'_d – относительная стандартная неопределенность измерения диаметра отверстия СУ при рабочей температуре среды, %;
- u'_ε – относительная стандартная неопределенность коэффициента расширения, %;
- $u'_{\Delta p}$ – относительная стандартная неопределенность результата измерения перепада давления, %;
- u'_ρ – относительная стандартная неопределенность определения плотности при рабочих условиях, %;
- u'_{ρ_c} – относительная стандартная неопределенность определения плотности при стандартных условиях, %;

Относительную стандартную неопределенность измерений перепада давления $u'_{\Delta p}$, %, рассчитывают по формуле

$$u'_{\Delta p} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [g_i \cdot u'_{y_i}]^2}, \quad (13)$$

- где n – число последовательно соединенных компонентов измерительной цепи с линейной функцией преобразования, используемых для измерения перепада давления;
- g_i – коэффициент чувствительности i -го измерительного преобразователя или измерительного прибора перепада давления;
- u'_{y_i} – относительная стандартная неопределенность, вносимая i -ым измерительным преобразователем или измерительным прибором перепада давления с учетом дополнительных составляющих неопределенностей, %.

Относительную стандартную неопределенность определения плотности газа при рабочих условиях u'_p , %, вычисляют по формуле

$$u'_p = \sqrt{u'^2_{Z_f} + u'^2_{Z_{c_f}} + \sum_{i=1}^N \left(\mathcal{G}_{Z/Z_{c_{x_i}}} \cdot u'_{x_i} \right)^2 + u'^2_p + u'^2_T}, \quad (14)$$

- где u'_{Z_f} – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях, %;
- $u'_{Z_{c_f}}$ – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа при стандартных условиях, %;
- N – число компонентов в газе;
- $\mathcal{G}_{Z/Z_{c_{x_i}}}$ – относительный коэффициент чувствительности отношения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях к коэффициенту сжимаемости газа при стандартных условиях к изменению содержания i -го компонента газа;
- u'_{x_i} – относительная стандартная неопределенность молярной доли i -го компонента попутного нефтяного газа, %;
- u'_p – относительная стандартная неопределенность результата измерений абсолютного давления газа, %;
- u'_T – относительная стандартная неопределенность результата измерений температуры газа, %.

Относительную стандартную неопределенность определения плотности газа при стандартных условиях u'_{ρ_c} , %, вычисляют по формуле

$$u'_{\rho_c} = \sqrt{u'^2_M + \sum_{i=1}^N \left(\mathcal{G}_{x_i, \rho_c} \cdot u'_{x_i} \right)^2}, \quad (15)$$

- где u'_M – относительная методическая стандартная неопределенность вычисления плотности газа при стандартных условиях по ГОСТ 30319.3–2015, %;
- $\mathcal{G}_{x_i, \rho_c}$ – коэффициент чувствительности для вычисления плотности газа при стандартных условиях, %;
- u'_{x_i} – относительная стандартная неопределенность содержания i -го компонента смеси, %.

Относительную стандартную неопределенность результата измерений абсолютного давления газа u'_p , %, при применении преобразователей избыточного давления рассчитывают по формуле

$$u'_p = \sqrt{\left(\frac{P_u}{P} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^l (u'_{y_i})^2 + \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{P_6}{P} \right)^2 \cdot \left(\frac{P_6^g - P_6^h}{P_6^g + P_6^h} \cdot 100 \right)^2}, \quad (16)$$

- где P_u – избыточное давление газа, МПа;
- l – число последовательно соединенных компонентов измерительной цепи, используемых для измерения величины y ;
- u'_{y_i} – относительная стандартная неопределенность, вносимая i -ым компонентом измерительной цепи с учетом дополнительных составляющих неопределенности, вызванных внешними влияющими величинами, %;
- P_6 – значение барометрического давления, МПа;
- P_6^g, P_6^h – верхний и нижний пределы барометрического давления соответственно, МПа.

Относительную стандартную неопределенность результата измерений температуры газа u'_T , %, рассчитывают по формуле

$$u'_T = \frac{50 \cdot (t_g - t_n)}{(273,15 + t)} \cdot \left(\sum_{i=1}^l \left[\frac{u'_y}{y_g - y_n} \right]^2 \right)^{0,5}, \quad (17)$$

где t_g, t_n – верхний и нижний пределы измерений канала температуры, °С;

t – измеренное значение температуры, °С.

Относительную стандартную неопределенность определения молярной доли i -го компонента газа, принятого за условно-постоянный параметр, u'_{x_i} , %, рассчитывают по формуле

$$u'_{x_i} = \frac{100}{\sqrt{3}} \cdot \left(\frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{x_{i\max} + x_{i\min}} \right), \quad (18)$$

где $x_{i\max}$ – максимальное значение молярной доли i -го компонента, принятой за условно-постоянный параметр, %;

$x_{i\min}$ – минимальное значение молярной доли i -го компонента, принятой за условно-постоянный параметр, %.

Относительные стандартные неопределенности u'_{K_m} , %, и u'_{K_n} , %, принимают равными 0,5 значений U'_{K_m}, U'_{K_n} соответственно, которые определяют согласно ГОСТ 8.586.2–2005.

Относительную расширенную неопределенность измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, U'_{q_c} , %, рассчитывают по формуле

$$U'_{q_c} = 2 \cdot u'_{q_c}. \quad (19)$$

Численное значение относительной расширенной неопределенности (при коэффициенте охвата 2) соответствует границам относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95.

9.4 Результаты поверки по 9 считают положительными, если:

– СИ, входящие в состав СИКГ, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению;

– приведенная погрешность измерений сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА для каждого ИК температуры, давления, перепада давления в каждой контрольной точке не выходит за пределы $\pm 0,12$ %;

– относительная погрешность измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, не выходит за пределы $\pm 2,5$ %.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

СИКГ соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, результаты поверки СИКГ считают положительными, если результаты поверки по 6 – 9 положительные.

11 Оформление результатов поверки

Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке СИКГ (знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКГ), при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению СИКГ.

Пломбирование СИКГ не предусмотрено.