



## 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 № KGPTO-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 Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 5$ % Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
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  $\gamma_1$ , %, 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  $u'_{\text{оу}}$ , %, величины  $u$  рассчитывают по формулам:

- при известной основной абсолютной погрешности  $\Delta u$  или основной относительной погрешности  $\delta_{\text{оу}}$ , %:

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

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

– при известной приведенной основной погрешности  $\gamma_0$ , %, 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  $\gamma_0$ , %, 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  $\Delta_d$  – дополнительная абсолютная погрешность измерений величины  $y$ ;

$\delta_d$  – дополнительная относительная погрешность измерений величины  $y$ , %;

$\gamma_d$  – 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  $\Delta y$  или относительной погрешности  $\delta_y$ , %, 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

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

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  $\Delta y_i$  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, %;

$\beta$  – 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, %;

$u'_\varepsilon$  – относительная стандартная неопределенность коэффициента расширения, %;

$u'_{\Delta p}$  – относительная стандартная неопределенность результата измерения перепада давления, %;

$u'_\rho$  – относительная стандартная неопределенность определения плотности при рабочих условиях, %;

$u'_{\rho_c}$  – относительная стандартная неопределенность определения плотности при стандартных условиях, %;

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

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

где  $n$  – число последовательно соединенных компонентов измерительной цепи с линейной функцией преобразования, используемых для измерения перепада давления;

$\mathcal{G}_i$  – 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

$$u'_p = \sqrt{u_{z_f}'^2 + u_{z_{cf}}'^2 + \sum_{i=1}^N \left( \mathcal{G}_{z/z_{c_{xi}}} \cdot u_{x_i}' \right)^2 + u_p'^2 + u_T'^2}, \quad (14)$$

- где  $u_{z_f}'$  – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях, %;
- $u_{z_{cf}}'$  – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа при стандартных условиях, %;
- $N$  – число компонентов в газе;
- $\mathcal{G}_{z/z_{c_{xi}}}$  – 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  $u'_{\rho_c}$ , %, вычисляют по формуле

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

- 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

$$u'_p = \sqrt{\left( \frac{p_u}{p} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^l (u_{y_i}')^2 + \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{p_b}{p} \right)^2 \cdot \left( \frac{p_b^g - p_b^h}{p_b^g + p_b^h} \cdot 100 \right)^2}, \quad (16)$$

- 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, %;
- $p_b$  – значение барометрического давления, МПа;
- $p_b^g, p_b^h$  – 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.