



3572

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

«25» 04 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений количества и параметров газа СИКГ-1. Обустройство
Харампурского газового месторождения. Освоение Сенманской залежи и
участка Туронской залежи**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2504/1-311229-2023

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и параметров газа СИКГ-1. Обустройство Харампурского газового месторождения. Освоение Сенюманской залежи и участка Туронской залежи (далее – СИКГ), и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации СИКГ.

1.2 Для СИКГ установлена поэлементная поверка. Метрологические характеристики средств измерений (далее – СИ), входящих в состав СИКГ, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Метрологические характеристики СИКГ определяются расчетным методом.

1.3 Поверка счетчиков газа ультразвуковых FLOWSIC600-XT, входящих в состав СИКГ, обеспечивает передачу единицы объемного расхода газа в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расходов газа, утвержденной Приказом Росстандарта от 11 мая 2022 года № 1133, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Объемный расхода газа, приведенный к стандартным условиям, м ³ /ч	от 30000 до 3400000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, %	±0,8

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр СИ	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование СИ	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения СИ	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик СИКГ	9.1	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	9.2	Да	Да
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки СИ	11	Да	Да

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

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающей среды в месте установки блока измерительных линий, блока измерений показателей качества, системы обработки информации, °С

от 15 до 25

– относительная влажность, %, не более

90

– атмосферное давление, кПа

от 84,0 до 106,7

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки СИКГ применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – 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	СИ температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 5 °С до плюс 35 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
	СИ относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 0 % до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
	СИ атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
7	Средство воспроизведения силы постоянного тока: диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,0001 \cdot X + 1$ мкА)	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
	Средство воспроизведения импульсных сигналов: диапазон воспроизведения последовательности импульсов от 0 до 9999999 импульсов	

4.2 Допускается применение СИ с метрологическими и техническими характеристиками, не уступающие требованиям, изложенным в таблице 3.

4.3 Применяемые СИ должны быть утвержденного типа, а также поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

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, и инструкций по охране труда, действующих на объекте.

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

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ, входящих в состав СИКГ, и комплектность СИКГ;
- пломбировку СИ, входящих в состав СИКГ (при наличии информации в описании типа данных СИ об указании мест и способов ограничения доступа к местам настройки (регулировки));

- отсутствие механических повреждений СИКГ, препятствующих ее применению;
- четкость надписей и обозначений на маркировочных табличках компонентов СИКГ.

6.2 Результаты поверки по 6 считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность СИКГ соответствуют описанию типа СИКГ;
- пломбировка СИ, входящих в состав СИКГ, выполнена в соответствии со сведениями в описаниях типа данных СИ;

- отсутствуют механические повреждения СИКГ, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения на маркировочных табличках четкие.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Выполняют следующие подготовительные операции:

- проверяют наличие заземления СИ, работающих под напряжением;
- средства поверки и СИКГ устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;

- осуществляют соединение и подготовку к проведению измерений средств поверки и СИКГ в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

7.2 Проверяют наличие информации о положительных результатах поверки в ФИФОЕИ и действующих знаков поверки на все средства поверки.

7.3 Проверяют отсутствие сообщений об ошибках на дисплее контроллеров измерительных FloBoss S600+ (далее – ИВК) и на мониторе автоматизированного рабочего места оператора (далее – АРМ оператора) в соответствии с его эксплуатационными документами.

7.4 При опробовании проверяют функционирование задействованных измерительных каналов (далее – ИК) температуры, давления и расхода. Отключают первичные измерительные преобразователи (далее – ПИП) и с помощью калибратора подают сигналы на каждый вход контроллера, соответствующего ИК, имитирующие сигналы от ПИП.

7.5 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- выполнены требования, изложенные в 7.1 и 7.2;
- отсутствуют сообщения об ошибках на дисплее контроллера;
- при увеличении/уменьшении с помощью калибратора значений входных сигналов соответствующим образом изменяются значения измеряемых величин на дисплее контроллера.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) СИКГ, реализованного в ИВК, проводят по показаниям ИВК. С показывающего устройства ИВК фиксируют номер версии и цифровой идентификатор ПО и сравнивают их с соответствующими идентификационными данными, указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа СИКГ.

8.2 Проверку ПО СИКГ, реализованного в АРМ оператора проводят по показаниям АРМ оператора. С показывающего устройства АРМ оператора фиксируют номер версии и цифровой идентификатор ПО и сравнивают их с соответствующими идентификационными данными, указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа СИКГ.

8.3 Результаты проверки по 8 считают положительными, если идентификационные данные ПО СИКГ соответствуют указанным в описании типа СИКГ.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение метрологических характеристик СИКГ

9.1.1 Проверяют информацию о результатах поверки всех СИ, входящих в состав СИКГ, в ФИФОЕИ.

9.1.2 Результаты поверки по 9.1 считают положительными, если все СИ, входящие в состав СИКГ, поверены в соответствии с порядком, установленным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

9.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям

9.2.1 Проводят расчет относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, в соответствии с ГОСТ 8.611–2013 ручным способом или с помощью программного комплекса. В рамках расчета дополнительно определяют диапазон измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям.

9.2.2 Расчет относительной стандартной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям ручным способом

9.2.2.1 Относительную стандартную неопределенность измерений величины y u'_y , %, вычисляют по формуле

$$u'_y = \left(\sum_{i=1}^l \left[u_{оуi}'^2 + \sum_{j=1}^{n_i} u_{дуji}'^2 \right] \right)^{0,5}, \quad (9.1)$$

где l – число последовательно соединенных компонентов измерительной цепи с линейной функцией преобразования, используемых для измерений величины y ;

$u_{оуi}'$ – основная составляющая относительной стандартной неопределенности результата измерений величины y , вносимая i -м компонентом измерительной цепи, %;

n_i – число влияющих величин на составляющую относительной стандартной неопределенности результата измерений величины y , вносимая i -м компонентом измерительной цепи;

$u_{дуji}'$ – дополнительная составляющая относительной стандартной неопределенности результата измерений величины y от j -ой влияющей величины, вносимая i -м компонентом измерительной цепи, %.

9.2.2.2 Если задана погрешность СИ, то относительную стандартную неопределенность результата измерений $u'_{оу}$, %, без учета дополнительных составляющих неопределенности, вызванных внешними влияющими величинами, допускается рассчитывать по формулам

– при известной основной абсолютной погрешности Δy_o или основной относительной погрешности $\delta_{оу}$, %:

$$u'_{оу} = 50 \cdot \frac{\Delta y_o}{y} = 0,5 \delta_{оу}, \quad (9.2)$$

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

– при известной приведенной основной погрешности γ_0 , %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений $(y_s - y_n)$:

$$u'_{оу} = 0,5 \gamma_0 \cdot \frac{y_s - y_n}{y}, \quad (9.3)$$

где y_a, y_n – верхний и нижний пределы измерений компонента измерительной цепи;
– если нормирующим параметром принят ВПИ:

$$u'_{oy} = 0,5\gamma_0 \cdot \frac{y_a}{y} \quad (9.4)$$

9.2.2.3 Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована дополнительная погрешность, то значение $u'_{Дy}$, %, вычисляют по следующим формулам

– при известной дополнительной абсолютной погрешности $\Delta y_{Д}$ или дополнительной относительной погрешности $\delta_{Дy}$, %:

$$u'_{Дy} = \frac{100 \cdot \Delta y_{Д}}{\sqrt{3} \cdot y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \delta_{Дy}; \quad (9.5)$$

– при известной приведенной дополнительной погрешности $\gamma_{Д}$, %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений $y_a - y_n$:

$$u'_{Дy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \gamma_{Д} \cdot \frac{y_a - y_n}{y}; \quad (9.6)$$

– если нормирующим параметром принят ВПИ:

$$u'_{Дy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \gamma_{Д} \cdot \frac{y_a}{y} \quad (9.7)$$

9.2.2.4 Относительная суммарная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, u'_{q_c} , %, вычисляют по формуле

$$u'_{q_c} = \sqrt{u'^2_{q_v} + u'^2_B + \left(1 - p \cdot \frac{Z'_p}{Z}\right)^2 \cdot u'^2_p + \left(1 + T \cdot \frac{Z'_T}{Z}\right)^2 \cdot u'^2_T + \tilde{u}'^2_Z + u'^2_{z_c}}, \quad (9.8)$$

- где u'_{q_v} – относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях, %;
- u'_B – составляющая относительной стандартной неопределенности измерений объемного расхода и объема газа при стандартных условиях, обусловленная алгоритмом вычислений и его программной реализацией, %;
- p – абсолютное давление газа, МПа;
- Z'_p, Z'_T – частные производные фактора сжимаемости газа Z по давлению и температуре соответственно;
- Z – фактор сжимаемости газа при рабочих условиях;
- u'_p – относительная стандартная неопределенность результата измерений абсолютного давления газа, %;
- T – температура газа, К;
- u'_T – относительная стандартная неопределенность результата измерений температуры газа, %;
- \tilde{u}'_Z – составляющая относительной стандартной неопределенности стандартизированной процедуры определения фактора сжимаемости газа при рабочих условиях без учета неопределенности измерений давления и температуры, %;
- u'_{z_c} – относительная стандартная неопределенность определения фактора сжимаемости газа при стандартных условиях, %.

9.2.2.5 Относительную стандартную неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях u'_{q_v} , %, вычисляют по формуле

$$u'_{q_v} = \sqrt{u'^2_{pz} + u'^2_{np}}, \quad (9.9)$$

где u'_{p2} – относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях с помощью счетчиков газа ультразвуковых FLOWSIC600-XT, %;

u'_{np} – относительная стандартная неопределенность ИБК при измерении частотного сигнала от счетчиков газа ультразвуковых FLOWSIC600-XT, %.

9.2.2.6 Относительную стандартную неопределенность измерений абсолютного давления газа u'_p , %, вычисляют по формуле

$$u'_p = \sqrt{u'^2_{p1} + u'^2_{p2}}, \quad (9.10)$$

где u'_{p1} – основная относительная стандартная неопределенность измерений абсолютного давления газа, с учетом дополнительных составляющих неопределенности от влияния температуры окружающей среды, %;

– относительная стандартная неопределенность ИБК при преобразовании токовых сигналов в цифровое значение измеряемого параметра, с учетом дополнительных составляющих неопределенности от влияния температуры окружающей среды, %.

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

$$u'_T = \frac{50 \cdot (t_g - t_n)}{(273,15 + t)} \cdot \left[\left(\frac{\Delta_{T_1}}{t_g - t_n} \right)^2 + \left(\frac{\Delta_{T_2}}{y_g - y_n} \right)^2 \right]^{0,5}, \quad (9.11)$$

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

t – измеренное значение температуры, °С;

Δ_{T_1} – абсолютная погрешность измерений температуры с помощью датчиков температуры Rosemount 3144P, с учетом дополнительных составляющих неопределенности от влияния температуры окружающей среды, °С;

y_g, y_n – верхний и нижний пределы измерений сигналов постоянного тока ИБК, мА;

Δ_{T_2} – абсолютная погрешность ИБК при преобразовании токовых сигналов в цифровое значение измеряемого параметра, с учетом дополнительных составляющих неопределенности от влияния температуры окружающей среды, мА.

9.2.2.8 Составляющую относительной стандартной неопределенности стандартизированной процедуры определения фактора сжимаемости газа при рабочих условиях без учета неопределенности измерений давления и температуры \tilde{u}'_Z , %, рассчитывают по формуле

$$\tilde{u}'_Z = \sqrt{u'^2_{Z-f} + \sum_{i=1}^N (\mathcal{G}_{Z-x_i} \cdot u'_{x_i})^2}, \quad (9.12)$$

где u'_{Z-f} – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета фактора сжимаемости газа, %;

\mathcal{G}_{Z-x_i} – относительный коэффициент чувствительности фактора сжимаемости к изменению содержания i -го компонента газа;

u'_{x_i} – относительная стандартная неопределенность молярной доли i -го компонента газа, %;

N – число компонентов в газе.

9.2.2.9 Относительный коэффициент чувствительности фактора сжимаемости к изменению i -го компонента газа \mathcal{G}_{Zx_i} рассчитывают по формуле

$$\mathcal{G}_{Zx_i} = f'_{x_i} \cdot \frac{x_i}{Z}, \quad (9.13)$$

где f'_{x_i} – частная производная функции f (зависимости фактора сжимаемости Z от молярной доли i -го компонента x_i) по x_i .

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

$$f'_{x_i} = \frac{f(x_i + \Delta x_i) - f(x_i)}{\Delta x_i} \quad (9.14)$$

Значение приращения аргумента Δx_i рекомендуется выбирать не более абсолютной неопределенности измерений величины x_i .

9.2.2.11 Относительную стандартную неопределенность объемной доли i -го компонента газа, принятую за условно-постоянный параметр, u'_{x_i} , %, вычисляют по формуле

$$u'_{x_i} = \frac{100}{\sqrt{6}} \cdot \left(\frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{x_{i\max} + x_{i\min}} \right), \quad (9.15)$$

где $x_{i\min}, x_{i\max}$ – наименьшее и наибольшее значения молярной доли x_i i -го компонента в газе соответственно, %.

9.2.2.12 Относительную расширенную неопределенность (при коэффициенте охвата 2) измерений объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, U'_{q_c} , %, вычисляют по формуле

$$U'_{q_c} = 2 \cdot u'_{q_c} \quad (9.16)$$

9.2.3 Расчет минимального, текущего и максимального значений объемного расхода газа, приведенных к стандартным условиям, $q_{c\min}, q_c, q_{c\max}$ м³/ч, выполняют по формулам

$$q_{c\min} = q_{\min} \cdot \frac{p_{\min} \cdot T_c \cdot Z_c}{p_c \cdot T_{\max} \cdot Z}; \quad (9.17)$$

$$q_c = q \cdot \frac{p \cdot T_c \cdot Z_c}{p_c \cdot T \cdot Z}; \quad (9.18)$$

$$q_{c\max} = q_{\max} \cdot \frac{p_{\max} \cdot T_c \cdot Z_c}{p_c \cdot T_{\min} \cdot Z}, \quad (9.19)$$

где q_{\min} – минимальный расход газа при рабочих условиях в соответствии с утвержденным типом СИКГ, м³/ч;
 p_{\min} – минимальное абсолютное давление газа, МПа;
 T_c – термодинамическая температура газа при стандартных условиях, К;
 Z_c – коэффициент сжимаемости газа в стандартных условиях, рассчитанный по ГОСТ 30319.3–2015;
 p_c – абсолютное давление газа при стандартных условиях, МПа;
 T_{\max} – максимальная температура газа, К;
 Z – коэффициент сжимаемости газа в условиях расчета, рассчитанный по ГОСТ 30319.3–2015;
 q – объемный расход газа при рабочих условиях по показаниям счетчиков газа ультразвуковых FLOWSIC600-XT, м³/ч;
 p – абсолютное давление газа при рабочих условиях, МПа;
 T – термодинамическая температура газа при рабочих условиях, К;
 q_{\max} – максимальный расход газа при рабочих условиях в соответствии с утвержденным типом СИКГ, м³/ч;
 p_{\max} – максимальное абсолютное давление газа, МПа;
 T_{\min} – минимальная температура газа, К.

9.2.4 Объемный расход газа приводится к стандартным условиям в соответствии с

ГОСТ 2939–63: температура 293,15 К (20 °С) и абсолютное давление 101325 Па (760 мм рт.ст.).

9.2.5 Относительную расширенную неопределенность измерений (при коэффициенте охвата 2) объема газа, приведенного к стандартным условиям, принимают равной относительной расширенной неопределенности измерений (при коэффициенте охвата 2) объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям.

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

9.2.7 Результаты поверки по 9.2 считают положительными, если:

– диапазон измерений объемного расхода газа, приведенный к стандартным условиям, соответствует указанному в описании типа СИКГ

– относительная погрешность измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, не выходит за пределы $\pm 0,8\%$.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

СИКГ соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки СИКГ считают положительными, если:

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

– диапазон измерений объемного расхода газа, приведенный к стандартным условиям, соответствует указанному в описании типа СИКГ;

– рассчитанные значения относительной погрешности измерений объемного расхода (объема) газа не выходят за пределы $\pm 0,8\%$.

11 Оформление результатов поверки средства измерений

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

11.2 По заявлению владельца СИКГ 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.

11.3 Пломбирование СИКГ не предусмотрено.