

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала по
развитию

А.С. Тайбинский

«25» октября 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ГАЗА
НА ОБЪЕКТЕ ПЯТОГО УЧАСТКА АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ УРЕНГОЙСКОГО НГКМ
ООО «АЧИМ ДЕВЕЛОПМЕНТ»

Методика поверки

МП 1224-13-2021

г. Казань
2021

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,
ООО НПП «ГКС»

СОГЛАСОВАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества газа на объекте пятого участка Ачимовских отложений Уренгойского НГКМ ООО «Ачим Девелопмент» (далее - СИКГ) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

Для СИКГ установлена поэлементная поверка.

Поверка средства измерения расхода, входящего 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2825, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017.

Интервал между поверками СИ из состава СИКГ указан в документах на методики поверки этих СИ.

Если очередной срок поверки СИ из состава СИКГ наступает до очередного срока поверки СИКГ, поверяется только это СИ, при этом поверку СИКГ не проводят.

2. Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта инструкции	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование СИКГ	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений:	10		
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка СИКГ осуществляется в условиях эксплуатации.

3.2 При проведении поверки соблюдают условия в соответствии с требованиями документов на методики поверки СИ, входящих в состав СИКГ.

3.3 Условия проведения поверки должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Наименование характеристики	Значение
1	2
Температура окружающей среды в блок-боксе, °С	от +15 до +30
Температура окружающей среды в помещении операторной, °С	от + 15 до +25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа	от 86,6 до 102,0

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Наименование средства поверки	Рег. номер	Технические и метрологические характеристики
Калибратор многофункциональный MC5-R (далее – калибратор)	22237-08	- диапазон воспроизведения сигналов силы постоянного тока от 0 до 25 мА, предел допускаемой основной погрешности $\pm (0,02 \% \text{ показ.} + 1 \text{ мкА})$
		- диапазон измерений импульсов от 0 до 9999999 импульсов
		- диапазон измерений частоты сигналов от 0,0028 Гц до 50 кГц, предел допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01 \% \text{ показания}$
Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 МК-С	15500-07	Пределы измерений температуры от минус 20 °С до 60 °С. Пределы основной абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{С}$
		пределы измерений влажности от 0 до 99 %. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0\%$
Прибор цифровой для измерения давления DPI 740	43560-10	Диапазон измерений от 75 до 115 кПа. Пределы основной приведенной погрешности $\pm 0,02 \%$

4.2 Каждое применяемое СИ из состава СИКГ должно быть поверено. Результаты поверки СИ подтверждаются сведениями о результатах поверки СИ, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При необходимости на СИ наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке СИ, и (или) в паспорт (формуляр) СИ вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки.

4.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;

- Правилами безопасности при эксплуатации СИ;
- Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

5.2 Управление оборудованием и СИ проводится лицами, прошедшими обучение и проверку знаний и допущенными к обслуживанию применяемого оборудования и СИ.

6. Внешний осмотр

6.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемой СИКГ следующим требованиям:

- монтаж счетчика газа ультразвукового FLOWSIC600-XT (далее – расходомер) должен соответствовать требованиям, установленным изготовителем расходомера;
- комплектность СИКГ должна соответствовать ее описанию типа и инструкции по эксплуатации;
- на компонентах СИКГ не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах СИКГ должны быть четкими и соответствовать инструкции по эксплуатации;
- наличие маркировки на приборах.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка к поверке проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКГ и нормативными документами на поверку СИ, входящих в состав СИКГ.

Все используемые СИ должны быть приведены в рабочее положение, заземлены и включены в соответствии с руководством по их эксплуатации.

7.2 При опробовании СИКГ проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления, расхода. Проверку проводят путем подачи на входы контроллера измерительного FloBoss S600+ (далее – вычислитель) сигналов, имитирующих сигналы от первичных преобразователей.

Результаты проверки считаются положительными, если при увеличении/уменьшении значений входных сигналов соответствующим образом изменяются значения измеряемых величин на дисплее вычислителя.

8 Проверка программного обеспечения

8.1 ПО СИКГ базируется на ПО, входящих в состав СИКГ серийно выпускаемых компонентов, имеющих действующие свидетельства (сертификаты) об утверждении типа средств измерений.

Проверку идентификационных данных ПО системы измерений осуществляют для основного вычислительного компонента системы – контроллера измерительного FloBoss S600+.

Проводится проверка заявленных идентификационных данных (признаков) ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор ПО.

При проверке заявленных идентификационных данных (признаков) ПО должно быть установлено соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на СИКГ.

9 Определение метрологических характеристик СИКГ

9.1 Определение метрологических характеристик СИКГ заключается в расчете относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа горючего природного (далее – газ), приведенных к стандартным условиям.

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

По метрологическим характеристикам применяемых СИ рассчитывают общую результирующую погрешность определения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

Расчет относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям осуществляется по формулам, приведенным ниже.

Допускается проводить расчет относительной погрешности СИКГ при измерении объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, с помощью аттестованного программного обеспечения. Пределы относительной погрешности принимаются равными относительной расширенной неопределенности, рассчитанной в диапазоне рабочих параметров.

9.2.1 Относительную стандартную неопределенность измерений величины y при использовании измерительной цепи последовательно соединенных СИ u'_y , %, рассчитывают по формуле:

$$u'_y = \sqrt{\sum_{i=1}^l \left[u_{oyi}^{\prime 2} + \sum_{j=1}^{m_i} u_{dyij}^{\prime 2} \right]}, \quad (9.1)$$

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

u'_{oyi} – основная составляющая относительной стандартной неопределенности результата измерений величины y , вносимая i -м компонентом измерительной цепи, %;

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

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

9.2.2 Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована основная погрешность, то значение основной составляющей относительной стандартной неопределенности результата измерений величины y , вносимой i -м компонентом измерительной цепи u'_{oyi} , %, рассчитывают по следующим формулам:

– при известной основной абсолютной погрешности:

$$u'_{oyi} = 50 \cdot \frac{\Delta_{oyi}}{y_i}, \quad (9.2)$$

где Δ_{oyi} – основная абсолютная погрешность i -го компонента измерительной цепи;

y_i – измеряемая величина y , выраженная в единицах измерения i -го компонента

измерительной цепи;

– при известной основной относительной погрешности:

$$u'_{oyi} = 0,5 \cdot \delta_{oyi}, \quad (9.3)$$

где δ_{oyi} – основная относительная погрешность i -го компонента измерительной цепи, %;

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

$$u'_{oyi} = 0,5 \cdot \gamma_{oyi} \cdot \frac{y_{si} - y_{ni}}{y_i}; \quad (9.4)$$

где γ_{oyi} – основная приведенная погрешность i -го компонента измерительной цепи, %;

y_{si} – верхний предел измерений i -го компонента измерительной цепи;

y_{ni} – нижний предел измерений i -го компонента измерительной цепи;

– при известной основной приведенной погрешности, если нормирующим параметром принят верхний предел измерений:

$$u'_{oyi} = 0,5 \cdot \gamma_{oyi} \cdot \frac{y_{si}}{y_i}. \quad (9.5)$$

9.2.3 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 $u'_{\Delta y}$, %, рассчитывают по формулам:

$$u'_{\Delta y} = \frac{100}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\Delta_{\Delta}}{y}, \quad (9.6)$$

$$u'_{\Delta y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \delta_{\Delta}, \quad (9.7)$$

$$u'_{\Delta y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \gamma_{\Delta} \cdot \frac{y_s - y_n}{y}, \quad (9.8)$$

где Δ_{Δ} – дополнительная абсолютная погрешность измерений величины y ;

δ_{Δ} – дополнительная относительная погрешность измерений величины y , %;

γ_{Δ} – дополнительная приведенная погрешность измерений величины y , %.

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

$$u'_y = \sqrt{u'^2_{y_f} + \sum_{i=1}^m \mathcal{G}_{y_i}^2 \cdot u'^2_{y_i}}, \quad (9.9)$$

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

\mathcal{G}_{y_i} – коэффициент чувствительности величины y к изменению значения i -ой измеряемой величины;

u'_{y_i} – относительная стандартная неопределенность результата измерения i -ой величины, %.

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

$$u'_{yf} = \frac{\Delta y}{y \cdot \sqrt{3}} \cdot 100 = \frac{\delta_y}{\sqrt{3}}. \quad (9.10)$$

9.2.5 Относительный коэффициент чувствительности \mathcal{G}_{y_i} рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{G}_{y_i} = f'_{y_i} \cdot \frac{y_i}{y}, \quad (9.11)$$

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:

$$f'_{y_i} = \frac{f(y_i + \Delta y_i) - f(y_i)}{\Delta y_i}, \quad (9.12)$$

где Δy_i – приращение i -й измеряемой величины.

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

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

$$u'_{q_c} = \sqrt{u'^2_{q_v} + u'^2_{q_e} + \left(1 - p \frac{K'_p}{K}\right)^2 u'^2_p + \left(1 - T \frac{K'_T}{K}\right)^2 u'^2_T + \mathcal{A}^2_p}, \quad (9.13)$$

где u'_{q_v} – относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях, %;

u'_{q_e} – составляющая относительной стандартной неопределенности измерений объемного расхода и объема газа при стандартных условиях, обусловленная алгоритмом вычислений и его программной реализацией, %;

K'_p – частная производная коэффициента сжимаемости газа по давлению;

u'_p – относительная стандартная неопределенность измерений абсолютного давления газа, %;

K'_T – частная производная коэффициента сжимаемости газа по температуре;

u'_T – относительная стандартная неопределенность измерений температуры газа, %

\mathcal{A}^2_p – составляющая относительной стандартной неопределенности стандартизированной процедуры определения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях без учета неопределенности измерений давления и температуры, %;

9.2.7 Проверяют передачу информации на участке линии связи: счетчик газа ультразвуковой FLOWSIC600-XT – контроллер измерительный FloBoss S600+. Для этого отключают счетчик и на соответствующих контактах с помощью калибратора генерируют импульсы с частотой соответствующей рабочему диапазону счетчика. Операцию проводят для

трех значений частоты соответствующих минимальному, номинальному и максимальному значению расхода газа при рабочих условиях. Число задаваемых импульсов не менее 10000. Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала и выводят на экран измеренное число импульсов.

9.2.8 Относительную стандартную неопределенность измерений абсолютного давления газа u'_p , %, рассчитывают по формуле:

$$u'_p = \left\{ \sum_{i=1}^I [u'_{pi}]^2 \right\}^{0,5}, \quad (9.14)$$

где u'_{pi} – составляющая относительной стандартной неопределенности измерений абсолютного давления газа, вносимая i -ым компонентом, входящим в состав измерительной цепи с учетом дополнительных составляющих неопределенности, вызванных внешними влияющими величинами, %.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: датчик давления Метран-150 - преобразователь измерительный постоянного тока ПТН-Е2Н - контроллер измерительный FloBoss S600+.

Для этого отключают датчик давления Метран-150 и с помощью калибратора подают на вход преобразователя измерительного постоянного тока ПТН-Е2Н с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА. Фиксируют значение давления с дисплея контроллера.

Значение давления P_i , задаваемое калибратором, рассчитывают по формуле:

$$P_i = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (9.15)$$

где P_{\max} , P_{\min} – верхний и нижний пределы диапазона измерений давления, МПа;

I_{\max} , I_{\min} – максимальное и минимальное значения аналогового сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений давления P_{\max} и P_{\min} , мА;

I_i – значение подаваемого от калибратора входного сигнала напряжения, мА.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta P_i = P_i - P_{yi}, \quad (9.16)$$

где P_i – показание контроллера в i -той реперной точке, МПа;

P_{yi} – заданное при помощи калибратора значение давления в i -той реперной точке, МПа.

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

$$u'_T = \frac{100(t_g - t_n)}{273,15 + t} \left\{ \sum_{i=1}^I \left[\frac{u_{yi}}{y_{gi} - y_{ni}} \right]^2 \right\}^{0,5}, \quad (9.17)$$

где I – число последовательно соединенных компонентов измерительной цепи, используемых для измерения температуры;

u_{yi} – составляющая стандартная неопределенность измерения температуры, вносимая i -м компонентом, входящим в состав измерительной цепи с учетом дополнительных составляющих неопределенности, вызванных

внешними влияющими величинами;

- t_g – верхний предел измерений, на который настроен преобразователь температуры, °С;
 t_n – нижний предел измерений, на который настроен преобразователь температуры, °С.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: датчик температуры Rosemount 644 – преобразователь измерительный постоянного тока ПТН-Е2Н – контроллер измерительный FloBoss S600+.

Для этого отключают датчик температуры Rosemount 644 и с помощью калибратора подают на вход преобразователя измерительного постоянного тока ПТН-Е2Н с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА. Фиксируют значение температуры с дисплея контроллера.

Значение температуры t_i , задаваемое калибратором, рассчитывают по формуле

$$t_i = t_{\min} + \frac{t_{\max} - t_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}) \quad (9.18)$$

где t_{\max}, t_{\min} – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, °С;

I_{\max}, I_{\min} – максимальное и минимальное значения аналогового сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений температуры T_{\max} и T_{\min} , мА;

I_i – значение подаваемого от калибратора входного сигнала напряжения, мА.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютную погрешность по формуле

$$\Delta t_i = t_i - t_{yi} \quad (9.19)$$

где t_i – показание контроллера в i -той реперной точке, °С;

t_{yi} – заданное при помощи калибратора значение давления в i -той реперной точке, °С.

9.2.10 Относительную стандартную неопределенность стандартизированной процедуры определения коэффициента сжимаемости газа при рабочих условиях без учета неопределенности измерений давления и температуры u'_z , %, рассчитывают по формуле:

$$u'_{R'} = \sqrt{u'^2_{R'} + \sum_{i=1}^N (\mathcal{G}_{Kxi} \cdot u'_{xi})^2}, \quad (9.20)$$

где $u'_{R'}$ – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа, %;

N – число компонентов в газе;

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

u'_{xi} – относительная стандартная неопределенность определения молярной доли i -го компонента газа, %.

9.2.11 Если содержание i -го компонента газа принято условно-постоянной величиной, относительную стандартную неопределенность определения молярной доли i -го компонента газа, u'_{xi} , %, рассчитывают по формуле:

$$u'_{xi} = \frac{100}{\sqrt{6}} \cdot \left(\frac{x_{\max} - x_{\min}}{x_{\max} + x_{\min}} \right), \quad (9.21)$$

где x_{\max} – максимальное значение молярной доли i -го компонента, принятого за условно-постоянную величину, %;
 x_{\min} – минимальное значение молярной доли i -го компонента, принятого за условно-постоянную величину, %.

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

$$U'_{q_c} = 2 \cdot u'_{q_c}, \quad (9.22)$$

где u'_{q_c} – относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %.

10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКГ, должны соответствовать метрологическим требованиям, указанным в описании типа СИ, и подтверждаться действующими результатами поверки.

10.2 Пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (9.13) не должны превышать $\pm 0,7$ % при определении компонентного состава газа хроматографом согласно ГОСТ 31371.7-2008.

Пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (9.13) не должны превышать $\pm 0,8$ % при принятии значений молярных долей компонентов газа за условно-постоянную величину.

11. Оформление результатов поверки

Результаты поверки СИКГ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

По заявлению владельца СИКГ или лица, представившего СИКГ на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510, или в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности применения СИКГ.

СИ, входящие в состав СИКГ, должны быть снабжены средствами защиты (пломбировки) в соответствии с описанием типа на СИ или эксплуатационной документацией.

Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКГ.

При отрицательных результатах поверки СИКГ к эксплуатации не допускают.