

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»

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по развитию



А.С. Тайбинский

«17» марта 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений расхода, количества и параметров природного газа
Терминала по производству и перегрузке СПГ в порту Высоцк**

Методика поверки

МП 0890-13-2020

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. (843)272-11-24

Казань
2020 г.

РАЗРАБОТАНА: ВНИИР - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

УТВЕРЖДЕНА: ВНИИР - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества и параметров природного газа (далее – ПГ) зоны подготовки и учета расхода газа Терминала по производству и перегрузке СПГ в порту Высоцк (далее – СИКГ), изготовленную обществом с ограниченной ответственностью научно-производственным предприятием "ГКС", г. Казань и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

СИКГ состоит из четырех измерительных трубопроводов (далее - ИТ):

DN200 – 3 шт. (два рабочих и один резервный);

DN80 – 1 шт. (ИТ малого расхода).

СИКГ состоит из 3 измерительных трубопроводов (далее – ИТ) (два рабочих и один резервный) с номинальным диаметром DN 200, и одного ИТ (рабочая линия малого расхода) с номинальным диаметром DN80.

СИКГ предназначена для непрерывного автоматического измерения количества и параметров природного газа Терминала по производству и перегрузке СПГ в порту Высоцк Ленинградской области.

Для СИКГ установлена поэлементная поверка. Средства измерений (далее – СИ), входящие в состав СИКГ, поверяются в соответствии с их методиками поверки, указанными в соответствующих описаниях типа.

Характеристика производства - единичное, заводской номер 917.

Интервал между поверками СИКГ - 2 года.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6.1	+	+
Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ	6.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения СИКГ	6.3	+	+
Определение метрологических характеристик (далее – МХ):	6.4	+	+
Оформление результатов поверки	7	+	+

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства:

- калибратор многофункциональный МСх-R, регистрационный № 22237-02;
- термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4, диапазон измерений от 0 до 55 °С, цена деления 0,1 °С (регистрационный № 303-91);
- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, цена деления шкалы 100 Па (регистрационный № 5738-76);
- гигрометр психрометрический ВИТ, диапазон измерений относительной влажности от 30% до 80%, цена деления термометров 0,5 °С (регистрационный № 9364-08);

2.2 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или знаки поверки.

2.3 Допускается применять другие эталоны, средства поверки, с характеристиками, не уступающими указанным, аттестованных и поверенных в установленном порядке.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации средств измерений;
- Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления».

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

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- | | |
|--|----------------|
| – измеряемая среда | природный газ |
| – температура окружающего воздуха, °С | от 10 до 30 |
| – относительная влажность окружающего воздуха, % | от 30 до 80 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106,7 |

4.2 Условия проведения поверки не должны выходить за рабочие условия эксплуатации комплекса измерительного и эталонных средств измерений.

5 Подготовка к поверке

5.1 Подготовка к поверке проводят в соответствии с руководством по эксплуатации системы измерений (далее – РЭ) и нормативными документами на поверку СИ, входящих в состав СИКГ.

5.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или знаки поверки применяемых в составе СИКГ СИ.

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

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр.

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

- длины прямых участков измерительного трубопровода до и после расходомеров Q.Sonic plus (далее – расходомер) должны соответствовать требованиям, установленным изготовителем расходомеров.
- комплектность СИКГ должна соответствовать РЭ;
- на компонентах СИКГ не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах СИКГ должны быть четкими и соответствовать РЭ;
- наличие маркировки на приборах, в том числе маркировки по взрывозащите.

6.2 Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ.

6.2.1 При проверке выполнения функциональных возможностей СИКГ проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления и расхода. Проверку проводят путем подачи на входы преобразователя измерительного постоянного тока ПТН-Е2Н сигналов, имитирующих сигналы от первичных преобразователей температуры, давления и расхода.

Допускается проводить проверку выполнения функциональных возможностей СИКГ непосредственно с применяемых СИ, если разрешающая способность контроллера измерительного FloBoss S600+ (далее – контроллера), достаточна для индикации изменений физической величины. При этом следует выбирать минимальный интервал осреднения.

Результаты проверки считаются положительными, если при увеличении/уменьшении значения входного сигнала соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на дисплее контроллера.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения СИКГ.

Программное обеспечение (далее - ПО) СИКГ базируется на ПО, входящих в состав СИКГ серийно выпускаемых компонентов, имеющих свидетельства (сертификаты) об утверждении типа средств измерений, дополнительного метрологически значимого ПО СИКГ не имеет.

Проверку идентификационных данных операционной системы основного вычислительного компонента – контроллера измерительного FloBoss S600+ проводят в соответствии с руководством пользователя на контроллер. Результаты поверки считаются положительными, если идентификационные данные контроллера измерительного FloBoss S600+ соответствуют данным из Таблицы 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Номер версии (идентификационный номер) ПО	06.25
Цифровой идентификатор ПО	0x1990
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC16

6.4 Определение метрологических характеристик.

6.4.1 Определение метрологических характеристик СИКГ заключается в расчете погрешности при измерении температуры, давления и объемного расхода ПГ в рабочих условиях, погрешности при определении объемного расхода и объема ПГ, приведенных к стандартным условиям.

6.4.2 Определение соответствия метрологических характеристик СИ, входящих в состав системы измерений, проводят в соответствии с нормативными документами на поверку, указанными в описаниях типа на СИ. Все СИ, входящие в состав системы измерений, должны быть иметь действующие свидетельства о поверке.

6.4.3 Относительную погрешность измерений объемного расхода и объема ПГ, приведенного к стандартным условиям, определяют для четырех комбинаций:

- минимальная температура, минимальное давление;
- минимальная температура, максимальное давление;
- максимальная температура, минимальное давление;
- максимальная температура, максимальное давление;

Расчет относительной погрешности измерений объемного расхода и объема ПГ, приведенного к стандартным условиям, производят для каждого ИТ вручную, либо при помощи программного обеспечения прошедшего метрологическую аттестацию.

6.4.3.1 Для каждой комбинации относительную погрешность измерений объемного расхода ПГ, приведенного к стандартным условиям δ_{qc} , %, определяют по формуле:

$$\delta_{qc} = \sqrt{\delta_q^2 + g_T^2 \delta_T^2 + g_P^2 \delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_{IBK}^2}, \quad (1)$$

где: δ_q – относительная погрешность при измерении объемного расхода ПГ в рабочих условиях, %;

ϑ_T – коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости ПГ.

ϑ_p – коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости ПГ;

δ_p – относительная погрешность измерения абсолютного давления, %;

δ_T – относительная погрешность измерения температуры, %;

δ_K – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости ПГ %.

$\delta_{ИВК}$ – относительная погрешность контроллера при вычислении объемного расхода ПГ, приведенного к стандартным условиям, %.

6.4.3.2 Относительная погрешность при измерении объемного расхода ПГ в рабочих условиях определяются по формуле:

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_{ПР}}^2 + \delta_{пИВК}^2} \quad (2)$$

где $\delta_{q_{ПР}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода ПГ в рабочих условиях, %;

$\delta_{пИВК}$ – относительная погрешность контроллера при преобразовании аналогового сигнала в цифровой, %;

6.4.3.2.1 Определение относительной погрешности контроллера при преобразовании аналогового сигнала в цифровой $\delta_{пИВК}$.

Контроллер переводят в режим обслуживания измерительного трубопровода. Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – контроллер.

На вход измерительного канала счета импульсов при помощи средства поверки задают пачку импульсов $N_{зад}$ не менее 3000 импульсов при частоте соответствующей рабочей частоте контроллера. Проверку проводят для трех частот: 50, 5000, 10000 Гц. Считывают значение измеренного количества импульсов с дисплея контроллера N_{izm} .

По результатам измерений при каждой частоте вычисляют относительную погрешность по формуле:

$$\delta_{пИВК_i} = \frac{N_{izm} - N_{зад}}{N_{зад}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Выбирают максимальное значение $\delta_{пИВК_i}$, подставляют в формулу (2).

6.4.3.3 Коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости ПГ. определяют по формуле:

$$\vartheta_T = \frac{\Delta K}{\Delta T} \times \frac{T}{K} \quad (4)$$

где: ΔK – изменение значения коэффициента сжимаемости K при изменении температуры на величину ΔT ;

6.4.3.4 Относительную погрешность определения температуры определяют по формулам:

$$\delta_T = \frac{7000}{273,15 + t} \cdot [\delta_{T1}^2 + \delta_{T2T3}^2]^{0,5} \quad (5)$$

$$\delta_{T2T3} = \sqrt{\delta_{T2}^2 + \delta_{T3}^2} \quad (6)$$

где δ_{T1} – относительная погрешность датчика температуры, %;

- δ_{T2} – относительная погрешность преобразователя измерительного постоянного тока, %;
 δ_{T3} – относительная погрешность контроллера измерительного, %;
 t – температура газа, °C;
 δ_{T2T3} – относительная погрешность на участке линии связи преобразователь измерительный тока и напряжения – контроллер, %;

6.4.3.4.1 Определение относительной погрешности δ_{T2T3} преобразования входных аналоговых сигналов на участке линии связи преобразователь измерительный тока и напряжения – контроллер.

Контроллер переводят в режим обслуживания измерительного трубопровода. Отключают датчик температуры и с помощью калибратора тока подают на вход преобразователя измерительного тока и напряжения аналоговый сигнал, который соответствует значению температуры для текущей комбинации. Значение аналогового сигнала определяется по формуле:

$$I = I_H + \frac{I_B - I_H}{T_B - T_H} \cdot (T - T_H) \quad (7)$$

- где I_B, I_H – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;
 T_B, T_H – соответственно верхний и нижний предел измерений, °C;
 T – значение задаваемой величины, °C.

Считывают значение тока с дисплея контроллера. Определяют относительную погрешность для каждого значение тока.

$$\delta_{T2T3} = \frac{I_K - I_{\text{э}}}{I_{\text{э}}} \cdot 100\% \quad (8)$$

- где I_K – показание контроллера, мА;
 $I_{\text{э}}$ – заданное при помощи калибратора значение тока, мА.

Значение δ_{T2T3} подставляют в формулу (5).

6.4.3.5 Коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости ПГ определяют по формуле:

$$\mathcal{P}_p = \frac{\Delta K}{\Delta P} \times \frac{P}{K} \quad (9)$$

- где: ΔK – изменение значения коэффициента сжимаемости K при изменении давления на величину ΔP ;

6.4.3.6 Относительная погрешность определения давления определяют по формуле:

$$\delta_p = [\delta_{p1}^2 + \delta_{p2p3}^2]^{0,5} \quad (10)$$

$$\delta_{p2p3} = \sqrt{\delta_{p2}^2 + \delta_{p3}^2} \quad (11)$$

- где δ_{p1} – пределы допускаемой относительной погрешности датчика давления, %;
 δ_{p2} – относительная погрешность преобразователя измерительного постоянного тока, %;
 δ_{p3} – относительная погрешность контроллера измерительного, %;
 δ_{p2p3} – относительная погрешность на участке линии связи преобразователь измерительный тока и напряжения – контроллер;

6.4.3.6.1 Определение относительной погрешности δ_{p2p3} преобразования входных аналоговых сигналов на участке линии связи преобразователь измерительный тока и напряжения – контроллер.

Контроллер переводят в режим обслуживания измерительного трубопровода. Отключают преобразователь давления и с помощью калибратора тока подают на вход преобразователя измерительного тока и напряжения аналоговый сигнал, который соответствует значению абсолютного давления для текущей комбинации. Значение аналогового сигнала определяется по формуле:

$$I = I_H + \frac{I_B - I_H}{P_B - P_H} \cdot (P - P_H) \quad (12)$$

где I_B, I_H – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;
 P_B, P_H – соответственно верхний и нижний предел измерений, МПа;
 P – значение задаваемой величины, МПа.

Считывают значение тока с дисплея контроллера. Определяют относительную погрешность для каждого значения тока.

$$\delta_{P2P3} = \frac{I_K - I_{\Sigma}}{I_{\Sigma}} \cdot 100\% \quad (13)$$

где I_K – показание контроллера, мА;
 I_{Σ} – заданное при помощи калибратора значение тока, мА.

Значение δ_{P2P3} подставляют в формулу (10).

6.4.3.7 Пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости ПГ определяется по формуле:

$$\delta_K = \sqrt{\delta^2 K_M + \delta^2 K_{ид}} \quad (14)$$

где δK_M – методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости, определяемая по ГОСТ 30319.3-2015, %;
 $\delta K_{ид}$ – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости, связанная с погрешностью измерения исходных данных, %;

Относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости, связанная с погрешностью измерения исходных данных определяется по формуле:

$$\delta K_{ид} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(\mathcal{G}x_i \times \delta x_i)^2]}, \quad (15)$$

где δx_i – относительная погрешность определения i -го компонента в газовой смеси, %;
 $\mathcal{G}x_i$ – коэффициенты влияния i -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости.

Коэффициенты влияния i -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости определяются по формуле:

$$\mathcal{G}x_i = \frac{\Delta K}{\Delta x_i} \times \frac{x_i}{K}, \quad (16)$$

6.4.3.8 Результаты поверки считаются положительными, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема ПГ, приведенных к стандартным условиям, по формуле (1) для каждой комбинации не превышают $\pm 1,5$ %.

7 Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

7.2. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством по Приказу Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (с

изменениями на 28 декабря 2018 года). Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или паспорт (формуляр) СИКГ.

7.3. При отрицательных результатах поверки систему измерений не допускают к применению, выписывается извещение о непригодности к применению.