

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-Р, 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  $\delta_{qc}$ , %, 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:  $\delta_q$  – относительная погрешность при измерении объемного расхода ПГ в рабочих условиях, %;
- $\mathcal{G}_T$  – коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости ПГ.
- $\mathcal{G}_p$  – коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости ПГ;
- $\delta_p$  – относительная погрешность измерения абсолютного давления, %;
- $\delta_T$  – относительная погрешность измерения температуры, %;
- $\delta_K$  – 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:

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_{ПП}}^2 + \delta_{пРИВК}^2} \quad (2)$$

- где  $\delta_{q_{ПП}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода ПГ в рабочих условиях, %;
- $\delta_{пРИВК}$  – относительная погрешность контроллера при преобразовании аналогового сигнала в цифровой, %;

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

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:

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

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

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

$$\mathcal{G}_T = \frac{\Delta K}{\Delta T} \times \frac{T}{K} \quad (4)$$

- где:  $\Delta K$  – изменение значения коэффициента сжимаемости  $K$  при изменении температуры на величину  $\Delta T$ ;

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  $\delta_{T1}$  – относительная погрешность датчика температуры, %;

- $\delta_{T_2}$  – относительная погрешность преобразователя измерительного постоянного тока, %;
- $\delta_{T_3}$  – относительная погрешность контроллера измерительного, %;
- $t$  – температура газа, °С;
- $\delta_{T_2T_3}$  – относительная погрешность на участке линии связи преобразователь измерительный тока и напряжения – контроллер, %;

6.4.3.4.1 Определение относительной погрешности  $\delta_{T_2T_3}$  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, °С;
- $T$  – значение задаваемой величины, °С.

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

$$\delta_{T_2T_3} = \frac{I_K - I_э}{I_э} \cdot 100\% \quad (8)$$

- где  $I_K$  – показание контроллера, мА;
- $I_э$  – заданное при помощи калибратора значение тока, мА.

Значение  $\delta_{T_2T_3}$  подставляют в формулу (5).

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

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

- где:  $\Delta K$  – изменение значения коэффициента сжимаемости  $K$  при изменении давления на величину  $\Delta P$ ;

6.4.3.6 Относительная погрешность определения давления определяют по формуле:

$$\delta_p = \left[ \delta_{p_1}^2 + \delta_{p_2p_3}^2 \right]^{0,5} \quad (10)$$

$$\delta_{p_2p_3} = \sqrt{\delta_{p_2}^2 + \delta_{p_3}^2} \quad (11)$$

- где  $\delta_{p_1}$  – пределы допускаемой относительной погрешности датчика давления, %;
- $\delta_{p_2}$  – относительная погрешность преобразователя измерительного постоянного тока, %;
- $\delta_{p_3}$  – относительная погрешность контроллера измерительного, %;
- $\delta_{p_2p_3}$  – относительная погрешность на участке линии связи преобразователь измерительный тока и напряжения – контроллер;

6.4.3.6.1 Определение относительной погрешности  $\delta_{p_2p_3}$  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 значение тока.

$$\delta_{P2P3} = \frac{I_K - I_3}{I_3} \cdot 100\% \quad (13)$$

где  $I_K$  – показание контроллера, мА;  
 $I_3$  – заданное при помощи калибратора значение тока, мА.

Значение  $\delta_{P2P3}$  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  $\delta K_M$  – 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:

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

где  $\delta x_i$  – относительная погрешность определения  $i$ -го компонента в газовой смеси, %;  
 $\partial x_i$  – 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:

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

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.