

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



А.С. Тайбинский

«18» сентября 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА В  
СОСТАВЕ УЗЛА УЧЕТА ГАЗА НА ГРП-1 КАРМАНОВСКОЙ ГРЭС  
ООО «БАШКИРСКАЯ ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ»

Методика поверки

МП 1144-13-2020

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. отдела: 8 (843) 272-11-24

г. Казань  
2020

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,  
ООО НТФ «БАКС»

УТВЕРЖДЕНА

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

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и параметров природного газа в составе узла учета газа на ГРП-1 Кармановской ГРЭС ООО «Башкирская Генерирующая Компания» (далее - СИКГ) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

Если очередной срок поверки средств измерений (далее – СИ) из состава СИКГ наступает до очередного срока поверки СИКГ, поверяется только это СИ, при этом поверку СИКГ не проводят.

Методика поверки разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки СИ. Основные положения».

Интервал между поверками – 2 года.

СИ, входящие в состав СИКГ, и имеющие иной интервал между поверками, проходят поверку в соответствии с документами на методику поверки данных СИ.

## 1. Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта инструкции	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	6.1	+	+
2	Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ	6.2	+	-
3	Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКГ	6.3	+	+
4	Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	6.4	+	+
5	Подтверждение соответствия программного обеспечения СИКГ	6.5	+	+
6	Оформление результатов поверки	7	+	+

## 2. Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие эталонные и вспомогательные средства:

- калибратор многофункциональный MC5-R, 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  $\pm 0,01 \% \text{ показания}$ , регистрационный № 22237-08;

- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7/1, пределы измерений температуры от минус 20 °С до 60 °С, пределы основной абсолютной погрешности при измерении температуры

$\pm 0,2$  °С, пределы измерений влажности от 0 до 99 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности  $\pm 2,0\%$ , регистрационный № 15500-12;

- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы основной абсолютной погрешности  $\pm 0,2$  кПа, регистрационный № 5738-76;

- СИ в соответствии с документами на поверку СИ, входящих в состав СИКГ.

2.2 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или нести на себе знак поверки.

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

### 3. Требования безопасности

3.1 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».

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 Поверка СИКГ осуществляется в условиях эксплуатации.

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

4.3 Условия проведения поверки должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Наименование характеристики	Значение
1	2
Измеряемая среда	природный газ
Температура окружающего воздуха, °С	от -37 до +40
Температура окружающего воздуха в месте установки СИ блока измерительных линий и системы обработки информации, °С	от + 10 до +40
Относительная влажность окружающего воздуха, %	до 100
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
Напряжение переменного тока, В	$380_{-76}^{+57}$ ; $220_{-33}^{+22}$
Частота переменного тока, Гц	50 $\pm$ 1
Внешнее магнитное поле (кроме земного), вибрация	Отсутствуют

### 5. Подготовка к поверке

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

5.2 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

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

- длины прямых участков измерительных трубопроводов до и после счетчика газа ультразвукового FLOWSIC600-XT (далее – расходомер) должны 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, в том числе маркировки по взрывозащите.

### 6.2 Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ.

При проверке выполнения функциональных возможностей СИКГ проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления, расхода. Проверку проводят путем подачи на входы комплекса измерительного «СуперФлоу-21В» (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.

### 6.3 Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКГ.

Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКГ, определяют в соответствии с документами на методики поверки соответствующих СИ.

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

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 программного комплекса «Расходомер-ИСО». Пределы относительной погрешности принимаются равными относительной расширенной неопределенности, рассчитанной в диапазоне рабочих параметров.

Относительную погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta_{qc}$ , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{q_c} = \sqrt{\delta_q^2 + \mathcal{G}_T^2 \delta_T^2 + \mathcal{G}_P^2 \delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_{ИВК}^2}, \quad (1)$$

- где  $\delta_q$  – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %;
- $\mathcal{G}_T$  – коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости газа;
- $\mathcal{G}_P$  – коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости газа;
- $\delta_P$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления, %;
- $\delta_T$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры, %;
- $\delta_K$  – пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости газа, %;
- $\delta_{ИВК}$  – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %.

Предел допускаемой относительной погрешности определения давления рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\delta_{pi})^2}, \quad (2)$$

где  $n$  – число последовательно соединенных измерительных преобразователей, используемых для измерения давления;

$\delta_{pi}$  – относительная погрешность, вносимая  $i$ -м измерительным преобразователем давления с учетом дополнительных погрешностей, %.

Абсолютную погрешность преобразования аналоговых сигналов в цифровое значение измеряемого параметра по каналу измерений давления определяют следующим образом.

Вычислитель переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: преобразователь давления 3051 TA – комплекс измерительный «СуперФлоу-21В».

Для этого отключают преобразователь давления 3051 TA и с помощью калибратора подают на вход ИВК с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 0-5 В это: 0 В, 1 В, 2 В, 3 В, 4 В, 5 В. Фиксируют значение давления с дисплея вычислителя.

Значение давления  $P_i$ , задаваемое калибратором, рассчитывают по формуле

$$P_i = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}} (U_i - U_{\min}), \quad (3)$$

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

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

$U_i$  – значение подаваемого от калибратора входного сигнала напряжения, В.

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

$$\Delta P_i = P_i - P_{yi}, \quad (4)$$

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

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

Предел допускаемой относительной погрешности определения температуры вычисляют по формуле

$$\delta_T = \frac{100(t_g - t_n)}{273,15 + t} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta y_i}{y_{gi} - y_{ni}} \right)^2}, \quad (5)$$

где  $n$  – число последовательно соединенных измерительных преобразователей, используемых для измерения температуры;

$t_g, t_n$  – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы комплекта СИ температуры, °С;

$t$  – температура газа, °С;

$\Delta y_i$  – абсолютная погрешность  $i$ -го измерительного преобразователя температуры с учетом дополнительных погрешностей, °С;

$y_{gi}, y_{ni}$  – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы или выходного сигнала  $i$ -го измерительного преобразователя температуры, °С.

Абсолютную погрешность преобразования аналоговых сигналов в цифровое значение измеряемого параметра по каналу измерений температуры определяют следующим образом:

Вычислитель переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: преобразователем температуры ТСП-012 – комплекс измерительный «СуперФлоу-21В».

Для этого отключают преобразователем температуры ТСП-012 и с помощью калибратора подают на вход ИВК с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 0-5 В это: 0 В, 1 В, 2 В, 3 В, 4 В, 5 В. Фиксируют значение температуры с дисплея ИВК.

Значение температуры  $T_i$ , задаваемое калибратором, рассчитывают по формуле

$$T_i = T_{\min} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}} (U_i - U_{\min}), \quad (6)$$

где  $T_{\max}, T_{\min}$  – верхний и нижний пределы диапазона измерений давления, °С;

$U_{\max}, U_{\min}$  – максимальное и минимальное значения аналогового сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений давления  $T_{\max}$  и  $T_{\min}$ , В;

$U_i$  – значение подаваемого от калибратора входного сигнала напряжения, В.

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

$$\Delta T_i = T_i - T_{yi}, \quad (7)$$

где  $T_i$  – показание вычислителя в  $i$ -той реперной точке, °С;

$T_{yi}$  – заданное при помощи эталона силы тока значение давления в  $i$ -той реперной точке, °С.

Предел допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях по измерительной линии рассчитывают по формуле

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_{ПР}}^2 + \delta_{пРИВК}^2}, \quad (8)$$

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

$\delta_{пРИВК}$  – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при преобразовании частотно-импульсных сигналов расходомера в цифровой

код, %.

Относительную погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения объема определяют следующим образом. Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – вычислитель. Для этого отключают расходомер, с помощью калибратора подают на вход вычислителя с учетом линии связи не менее 10000 импульсов для частот, которые соответствуют диапазону измерения объемного расхода газа в рабочих условиях расходомера и фиксируют количество импульсов, подсчитанное вычислителем.

Предел допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости газа определяется по формуле

$$\delta_K = \sqrt{\delta_{\text{Кметод}}^2 + \delta_{\text{ИД}}^2}, \quad (9)$$

где  $\delta_{\text{Кметод}}$  – методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, %;  
 $\delta_{\text{ИД}}$  – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, связанная с погрешностью измерения исходных данных, %.

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

$$\delta_{\text{ИД}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(\mathcal{G}_{x_i} \times \delta x_i)^2]}, \quad (10)$$

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

Определение коэффициентов влияния температуры, давления и  $i$ -го компонента газовой смеси.

Коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости газа определяют по формуле

$$\mathcal{G}_T = \frac{\partial f}{\partial T} \times \frac{T}{f}, \quad (11)$$

Коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости газа определяют по формуле

$$\mathcal{G}_P = \frac{\partial f}{\partial P} \times \frac{P}{f}, \quad (12)$$

Коэффициенты влияния  $i$ -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости определяют по формуле

$$\mathcal{G}_{x_i} = \frac{\Delta K}{\Delta x_i} \times \frac{x_i}{K}, \quad (13)$$

где  $\Delta K$  – изменение значения коэффициента сжимаемости  $K$  при изменении содержания  $i$ -го компонента в газовой смеси  $x_i$  на величину  $\Delta x_i$ , %.

Предел относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta V_c$ , %, определяют по формуле

$$\delta V_c = \sqrt{\delta_{q_c}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (14)$$

где  $\delta_{q_c}$  – относительная погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %;

$\delta_{\tau}$  – относительная погрешность вычислителя при определении интервала времени (измерения текущего времени), %.

Результаты поверки считаются положительными, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (1) не превышают  $\pm 0,85$  %.

6.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) СИКГ.

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.

## **7 Оформление результатов поверки**

7.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СИКГ в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКГ. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

7.2 При отрицательных результатах поверки СИКГ к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности по форме Приложения 2 документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.