

ФЕДЕРЕЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

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



А.С. Тайбинский

2023 г.

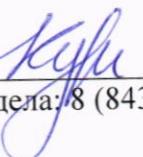
Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВНОГО ГАЗА (СИКГ-3)

Методика поверки

МП 1493-13-2023

Заместитель начальника отдела  
НИО-13

  
И.Н. Куликов  
Тел. отдела: 8 (843) 272-11-24

г. Казань  
2023

## 1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и параметров топливного газа (СИКГ-3) (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 поверки	Проведение операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование СИКГ	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик СИКГ	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

## 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка СИКГ осуществляется в условиях эксплуатации.

3.2 При проведении поверки соблюдаются 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
Температура окружающей среды, °С	от -57 до +39
Относительная влажность воздуха, %, не более	80
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

#### 4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, представленные в таблице 3. Применяемые средства поверки должны быть поверены.

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
П.9.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон воспроизведения сигналов силы постоянного тока от 0 до 25 мА, предел допускаемой основной погрешности <math>\pm(0,02\% \text{ показ.} + 1 \text{ мкА})</math>;</li> <li>- диапазон воспроизведения последовательности импульсов от 0 до 9999999 импульсов;</li> <li>- диапазон измерений частоты сигналов от 0,0028 Гц до 50 кГц, предел допускаемой относительной погрешности <math>\pm 0,01\%</math> показания.</li> </ul>	Калибратор многофункциональный МС5-Р (далее – калибратор), регистрационный номер в федеральном информационном фонде 22237-08
Раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	Диапазон измерений температуры должен охватывать температуру проведения поверки. Пределы основной абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$ .	Термогигрометр ИВА-6Н, регистрационный номер в федеральном информационном фонде 46434-11
Раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	Пределы измерений влажности от 0 до 99 %. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0\%$ .	
Раздел 3 Требования к условиям проведения поверки	Диапазон измерений от 75 до 115 кПа. Пределы основной приведенной погрешности $\pm 0,02\%$ .	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

#### 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки соблюдаются требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации СИ;
- Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности».

5.2 Управление оборудованием и СИ проводится лицами, прошедшиими 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 расходомера-счетчика Вега-Соник ВС-12 (далее – расходомер-счетчик) должен соответствовать требованиям, установленным изготовителем расходомера-счетчика газа;
- комплектность СИКГ должна соответствовать ее 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;

- каждое применяемое СИ из состава СИКГ, участвующее в измерении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, должно быть поверено

Результаты поверки считаются положительными, если установлено соответствие СИКГ всем требованиям, перечисленным выше. При обнаружении дефектов необходимо принять решение о прекращении поверки (до устранения обнаруженных дефектов) или о возможности проведения дальнейшей поверки.

## **7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

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

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

7.3 При опробовании СИКГ проверяют отсутствие сообщений об ошибках и соответствие текущих измеренных СИКГ значений температуры, давления, объемного расхода данным, отраженным в описании типа СИКГ.

Результаты опробования считают положительными, если отсутствуют сообщения об ошибках и текущие измеренные СИКГ значения расхода, давления и температуры соответствуют данным, отраженным в описании типа СИКГ.

## **8 Проверка программного обеспечения**

8.1 Программное обеспечение (далее – ПО) СИКГ базируется на ПО, входящих в состав СИКГ серийно выпускаемых компонентов утвержденного типа.

Проверку идентификационных данных ПО системы измерений осуществляют как для основного вычислительного компонента системы – вычислителя УВП-280 (далее – вычислителя).

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 свободного нефтяного газа (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 (при коэффициенте охвата 2), рассчитанной в диапазоне рабочих параметров.

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

$$\delta_{q_c} = \sqrt{\delta_q^2 + \vartheta_T^2 \delta_T^2 + \vartheta_P^2 \delta_P^2 + \delta_K^2 + \delta_{IVK}^2}, \quad (1)$$

где  $\delta_q$  – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %;

$\vartheta_T$  – коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости газа;

$\vartheta_P$  – 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, %;

$\delta_{IVK}$  – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при вычислении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %.

#### 9.2.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода газа

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

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_p}^2 + \delta_{np_{выч}}^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_{q_p}$  – пределы допускаемой относительной погрешности расходомера-счетчика при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %;

$\delta_{np_{выч}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при преобразовании сигналов расходомера-счетчика в цифровой код, %.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер-счетчик – вычислитель. Для этого отключают расходомер-счетчика Вега-Соник ВС-12 и с помощью калибратора подают на вход вычислителя с учетом линии связи частотные сигналы: 100 Гц, 1000 Гц, 5000 Гц, 10000 Гц, которые соответствуют значениям расхода 13,48 м<sup>3</sup>/ч, 134,8 м<sup>3</sup>/ч, 674 м<sup>3</sup>/ч и 1348 м<sup>3</sup>/ч. Фиксируют значение расхода с дисплея вычислителя.

Относительную погрешность вычислителя при преобразовании сигналов расходомера-счетчика газа в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{np_{выч}} = 100 \frac{Q_{выч_i} - Q_{\kappa_i}}{Q_{\kappa_i}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{выч}_i}$  – показание вычислителя в  $i$ -той точке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q_{\text{к}_i}$  – заданное при помощи калибратора значение расхода в  $i$ -той реперной точке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

Выбирают максимальное значение и подставляют в формулу (2).

#### 9.2.1.2 Определение относительной погрешности измерений давления газа

Пределы допускаемой относительной погрешности определения давления рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\delta_{pi})^2}, \quad (4)$$

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.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: Датчик давления Метран-150 – вычислитель. Для этого отключают датчик давления Метран-150 и с помощью калибратора подают на вход вычислителя с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, которые соответствуют значениям давления 0 МПа, 0,45 МПа, 0,9 МПа, 1,35 МПа, 1,8 МПа. Фиксируют значение давления с дисплея вычислителя.

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

$$P_i = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (5)$$

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

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

$I_i$  – значение подаваемого от калибратора входного сигнала постоянного тока, мА.

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

$$\Delta P_i = P_i - P_{yi}, \quad (6)$$

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

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

При известном значении абсолютной погрешности относительная погрешность находится по формуле

$$\delta_p = 100 \frac{\Delta P_i}{P_{yi}} \quad (7)$$

#### 9.2.1.3 Определение относительной погрешности измерений температуры газа

Пределы допускаемой относительной погрешности определения температуры вычисляют по формуле

$$\delta_T = \frac{100(t_b - t_n)}{273,15 + t} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta T_i}{y_{bi} - y_{ni}} \right)^2}, \quad (8)$$

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

$t_u$ ,  $t_n$  – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы комплекта СИ температуры,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  – температура газа,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta T_i$  – абсолютная погрешность  $i$ -го измерительного преобразователя температуры с учетом дополнительных погрешностей,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$y_{ui}$ ,  $y_{ni}$  – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы или выходного сигнала  $i$ -го измерительного преобразователя температуры,  $^{\circ}\text{C}$ .

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

Проверяют передачу информации на участке линии связи: термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-2700 – вычислитель. Для этого отключают термопреобразователь Метран-2700 и с помощью калибратора подают на вход вычислителя с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, которые соответствуют значениям температуры  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $12,5^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $37,5^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ . Фиксируют значение температуры с дисплея вычислителя.

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

$$T_i = T_{\min} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (9)$$

где  $T_{\max}$ ,  $T_{\min}$  – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры,  $^{\circ}\text{C}$ ;

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

$I_i$  – значение подаваемого от калибратора входного сигнала постоянного тока, мА.

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

$$\Delta T_i = T_i - T_{yi}, \quad (10)$$

где  $T_i$  – показание вычислителя в  $i$ -той реперной точке,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{yi}$  – заданное при помощи калибратора значение температуры в  $i$ -той реперной точке,  $^{\circ}\text{C}$ .

Результаты испытаний по п.п. 4.4.2.1, 4.4.2.2, 4.4.2.3 приводят в протоколе испытаний СИКГ № 5.

9.2.1.4 Относительную погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, для многокомпонентного газа, при расчете коэффициента сжимаемости по давлению, температуре и компонентному составу, без учета погрешности измерений давления и температуры, рассчитывают по формуле

$$\delta_K = \left( \delta_{K_f}^2 + \sum_{i=1}^N \left[ \vartheta_{K_{x_i}} \cdot \delta_{x_i} \right]^2 \right)^{0.5} \quad (11)$$

где  $\delta_{K_f}$  – относительная погрешность, приписанная уравнению, применяемому для расчета коэффициента сжимаемости газа;

$N$  – число компонентов газовой смеси;

$\vartheta_{K_{x_i}}$  – относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости к изменению  $i$ -го компонента газа;

$\delta_{x_i}$  – относительная погрешность определения молярной доли  $i$ -го компонента газовой смеси.

9.2.1.5 Относительный коэффициент чувствительности коэффициента сжимаемости  $K$  к изменению значения  $i$ -го компонента газовой смеси рассчитывают по формуле

$$\vartheta_{K_{x_i}} = f'_{K_{x_i}} \frac{x_i}{K} \quad (12)$$

где  $f'_{K_{x_i}}$  – частная производная функции  $f$  по  $x_i$ ;

$x_i$  – содержание  $i$ -го компонента в газовой смеси;

$K$  – коэффициент сжимаемости.

9.2.1.6 Предел относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям,  $\delta_{V_c} \%$ , определяют по формуле:

$$\delta_{V_c} = \sqrt{\delta_{q_c}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (13)$$

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

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

Относительная погрешность вычислителя при определении интервала времени пренебрежимо мала, поэтому относительная погрешность измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, принимается численно равной относительной погрешности 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 (1) не должны превышать  $\pm 3,0 \%$ .

## 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 (пломбировкой) 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.