

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВЕРОСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВЕРОСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала

А.С. Тайбинский

«20» декабря 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ГАЗА В СОСТАВЕ
КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ ПО КОМПРИМИРОВАНИЮ И ПОДГОТОВКЕ ГАЗА И
КОНДЕНСАТА (УСТАНОВКА ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ТРАНСПОРТА КОНДЕНСАТА
«НОВОПОРТОВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»
ООО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ЯМАЛ»)

Методика поверки

МП 1476-13-2022

Заместитель начальника отдела
НИО-13

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

г. Казань
2022

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества газа в составе комплекса объектов по компримированию и подготовке газа и конденсата (установка извлечения и транспорта конденсата «Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения» ООО «Газпромнефть-Ямал») (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	Обязательность выполнения операций поверки 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 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
Температура окружающей среды, °С	от -50,9 до +32,8
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.

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	- диапазон воспроизведения сигналов силы постоянного тока от 0 до 25 мА, предел допускаемой основной погрешности $\pm(0,02\% \text{ показ.} + 1 \text{ мкА})$; - диапазон воспроизведения последовательности импульсов от 0 до 9999999 импульсов; - диапазон измерений частоты сигналов от 0,0028 Гц до 50 кГц, предел допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01\%$ показания.	Калибратор многофункциональный MC5-R (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 $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.	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		

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.

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 нефтяной и газовой промышленности».

5.2 Управление оборудованием и СИ проводится лицами, 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 КТМ600 РУС (далее – счетчик газа) должен соответствовать требованиям, установленным изготовителем счетчика газа;
- комплектность СИКГ должна соответствовать ее описанию типа и руководству по эксплуатации;
- надписи и обозначения на компонентах СИКГ должны быть четкими и соответствовать руководству по эксплуатации;
- наличие маркировки на приборах;
- для исключения возможности несанкционированного вмешательства, которое может влиять на показания СИ, входящих в состав СИКГ, должна быть обеспечена возможность пломбирования в соответствии с описаниями типа СИ;
- в результате внешнего осмотра составных частей СИКГ должно быть подтверждено отсутствие механических повреждений и дефектов, которые способны оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки (при обнаружении дефектов необходимо принять решение о прекращении поверки (до устранения обнаруженных дефектов) или о возможности проведения дальнейшей поверки).

Результаты поверки считаются положительными, если установлено соответствие СИКГ всем требованиям, перечисленным выше.

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 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 как для основного вычислительного компонента системы – ИВК.

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 δ_{qc} , %, рассчитывают по формуле

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

где δ_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;

δ_P – пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления, %;

δ_T – пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры, %;

δ_K – пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости газа, %;

$\delta_{\text{ИВК}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК 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

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_p}^2 + \delta_{\text{ИВК}}^2} \quad (2)$$

где δ_{q_p} – пределы допускаемой относительной погрешности счетчика газа при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %;

$\delta_{\text{ИВК}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании сигналов счетчика газа в цифровой код, %.

По результатам измерений в каждой точке вычисляют относительную погрешность по формуле:

$$\delta_{\text{ИВК}} = 100 \frac{Q_{K_i} - Q_{\Sigma_i}}{Q_{\Sigma_i}}, \quad (3)$$

где Q_{K_i} – показание ИВК в i -той точке, м³/ч;

Q_{Σ_i} – заданное при помощи калибратора значение расхода в i -той реперной точке, м³/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

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

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

δ_{p_i} – 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 – основной ИВК. Также проверяют передачу информации на участке линии связи: Датчик давления Метран-150 – резервный ИВК. Для этого отключают датчик давления Метран-150 и с помощью калибратора подают на вход ИВК 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, 2,75 МПа, 5,5 МПа, 8,25 МПа, 11 МПа. Фиксируют значение давления с дисплея основного ИВК и резервного ИВК.

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 ИВК 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

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

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, °C;

t – температура газа, °C;

ΔT_i – абсолютная погрешность i -го измерительного преобразователя температуры с учетом дополнительных погрешностей, °C;

y_{gi}, y_{ni} – соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы или выходного сигнала i -го измерительного преобразователя температуры, °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: Преобразователь измерительный Rosemount 644 – основной ИВК. Также проверяют передачу информации на участке линии связи: Преобразователь измерительный Rosemount 644 – резервный ИВК. Для этого отключают датчик температуры Rosemount 644 и с помощью калибратора подают на вход ИВК 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 °C, 7,5 °C, 15 °C, 22,5 °C, 30 °C. Фиксируют значение температуры с дисплея основного ИВК и резервного ИВК.

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, °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 ИВК в i -той реперной точке, °C;

T_{yi} – заданное при помощи калибратора значение температуры в i -той реперной точке, °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

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

где δ_{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;

δ_{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, δ_{V_c} %, определяют по формуле:

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

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

δ_{τ} – относительная погрешность ИВК при определении интервала времени (измерения текущего времени), %.

Относительная погрешность ИВК 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 $\pm 1,5$ %.

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.