

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

И.о. директора филиала

А.С. Тайбинский

«30» сентября 2021 г.



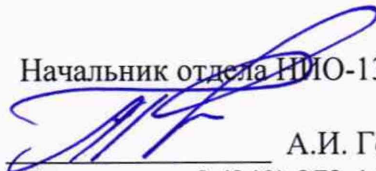
Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ РАСХОДА, ОБЪЕМА И ЭНЕРГОСОДЕРЖАНИЯ
ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ ОБЪЕКТА «ОБУСТРОЙСТВО ЕВО-ЯХИНСКОГО
ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА. ЛИНЕЙНЫЕ ОБЪЕКТЫ»

Методика поверки

МП 1323-13-2021

Начальник отдела ИЮО-13


А.И. Горчев
Тел. отдела: 8 (843) 272-11-24

РАЗРАБОТАНА

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

УТВЕРЖДЕНА

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

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Систему измерительную расхода, объема и энергосодержания природного газа для объекта «Обустройство Ево-Яхинского лицензионного участка. Линейные объекты» (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 СИКГ – 2 года.

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 СИКГ

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта инструкции	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование СИКГ	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения СИКГ	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик СИКГ	9	Да	Да
Подтверждение соответствия СИКГ метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

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 +15 до +30
относительная влажность, %	от 30 до 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

Наименование средства поверки	Рег. номер	Технические и метрологические характеристики
Калибратор многофункциональный ВЕАМЕХ МС5-R (далее – калибратор)	22237-08	- Диапазон измерений и генерации импульсов от 0 до 9999999 имп. Предел допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01$ % показания
		- Диапазон измерений и генерации частоты сигналов от 0,0028 Гц до 50 кГц. Предел допускаемой относительной погрешности $\pm 0,01$ % показания
		- Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,02\%$ показания + 1,5 мкА)
Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 МК-С	15500-07	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 $\pm 2,0\%$
Прибор цифровой для измерения давления DPI 740	43560-10	Диапазон измерений от 75 до 115 кПа. Пределы основной приведенной погрешности $\pm 0,02$ %

4.2 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены.

4.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой СИКГ с требуемой точностью.

5. Требования 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 сетей газораспределения и газопотребления».

5.2 Управление оборудованием и СИ проводится лицами, допущенными к обслуживанию применяемого оборудования и СИ.

6. Внешний осмотр

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

- монтаж Ультразвукового преобразователя расхода газа FlowSic600-ХТ (далее – расходомер) должен 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.

7. Подготовка к поверке и опробование СИКГ

7.1 Подготовку к поверке проводят в соответствии с инструкцией 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 Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ.

При проверке выполнения функциональных возможностей СИКГ проверяют функционирование задействованного измерительного канала объемного расхода. Проверку проводят путем подачи на входы измерительно-вычислительного комплекса «АБАК+» (далее – ИВК) сигналов, имитирующих сигнал от первичного преобразователя.

Результаты проверки считаются положительными, если при увеличении/уменьшении значений входных сигналов соответствующим образом изменяются значения измеряемых величин на дисплее ИВК.

8. Проверка программного обеспечения СИКГ

8.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) СИКГ

Проверка идентификационных данных ПО ИВК проводится сравнением идентификационных данных ПО на ЖК-дисплее ИВК с идентификационными данными, указанными в таблице 4

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Abak.bex
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0
Цифровой идентификатор ПО	4069091340
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

Результаты поверки считаются положительными, если идентификационные данные программного обеспечения ИВК соответствуют приведенным в таблице 4.

9 Определение метрологических характеристик СИКГ

9.1 Определение метрологических характеристик СИКГ заключается в расчете относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема газа горючего природного (далее – газ), приведенных к стандартным условиям.

9.2 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям

По метрологическим характеристикам применяемых СИ рассчитывают относительную погрешность определения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям. Расчет относительной погрешности измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, осуществляется по формулам, приведенным ниже.

Допускается проводить расчет относительной погрешности СИКГ при измерении объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, с помощью аттестованного программного обеспечения.

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, %;

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

9.2.1 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

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{qPP}^2 + \delta_{npИВК}^2}, \quad (2)$$

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

$\delta_{npИВК}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании частотно-импульсных сигналов расходомера в цифровой код, %.

Калибратор переводят в режим проверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – основной ИВК. Также проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – резервный ИВК.

Для этого отключают расходомер и с помощью калибратора подают на вход ИВК с учетом линии связи частотные сигналы. Используются сигналы следующих частот: 7,14 Гц, 500 Гц, 1000 Гц, 1500 Гц, 2000 Гц, которые соответствуют значениям расхода в рабочих условиях 24,980 м³/ч, 1749,271 м³/ч, 3498,542 м³/ч, 5247,813 м³/ч, 6997,085 м³/ч. Фиксируют значение расхода с дисплея ИВК.

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

$$\delta_{\text{ипр}} = 100 \frac{Q_{\text{к}_i} - Q_{\text{э}_i}}{Q_{\text{э}_i}}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{к}_i}$ - показание ИВК в i -той точке, м³/ч;

$Q_{\text{э}_i}$ - заданное при помощи калибратора значение расхода в i -той реперной точке, м³/ч;

Выбирают максимальное значение и подставляют в формулу (2).

9.2.2 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;

δ_{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.

ИВК переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: Датчик абсолютного давления Метран-2051RMP51 – основной ИВК. Также проверяют передачу информации на участке линии связи: Датчик абсолютного давления Метран-2051RMP51 – резервный ИВК.

Для этого отключают Датчик абсолютного давления Метран-2051 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, 2,5 МПа, 5 МПа, 7,5 МПа, 10 МПа. Фиксируют значение давления с дисплея 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

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

9.2.3 Пределы допускаемой относительной погрешности определения температуры вычисляются по формуле

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

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

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

t – температура газа, °С;

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

y_{oi}, 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:

ИВК переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: Преобразователь измерительный Rosemount 3144P – основной ИВК. Также проверяют передачу информации на участке линии связи: Преобразователь измерительный Rosemount 3144P – резервный ИВК.

Для этого отключают Преобразователь измерительный Rosemount 3144P 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 -50 °С, -25 °С, 0 °С, 25 °С, 50 °С. Фиксируют значение температуры с дисплея 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, °С;

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, °С;

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

9.2.4 Пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости газа определяется по формуле

$$\delta_K = \sqrt{\delta_{\text{Кметод}}^2 + \delta_{\text{ИД}}^2}, \quad (11)$$

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, %.

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

$$\delta_{\text{ИД}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(\mathcal{G}x_i \times \delta x_i)^2]}, \quad (12)$$

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.

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

Коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости газа определяют по формуле

$$\mathcal{G}_T = \frac{\partial f}{\partial T} \times \frac{T}{f}, \quad (13)$$

Коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости газа определяют по формуле

$$\mathcal{G}_P = \frac{\partial f}{\partial P} \times \frac{P}{f}, \quad (14)$$

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

$$\mathcal{G}x_i = \frac{\Delta K}{\Delta x_i} \times \frac{x_i}{K}, \quad (15)$$

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

9.2.7 Предел относительной погрешности измерений объема СНГ, приведенного к стандартным условиям δV_c , %, определяют по формуле:

$$\delta V_c = \sqrt{\delta_{q_c}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (16)$$

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

δ_{τ} – 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 СИКГ 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 газа, приведенного к стандартным условиям, по формуле (1) не должны превышать $\pm 0,8\%$.

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.