



ООО Центр Метрологии «СТП»
Регистрационный номер записи в реестре аккредитованных
лиц RA.RU.311229



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений количества и показателей качества сухого
отбензиненного газа на узле подключения газопровода от ДКС Локосовского
ГПЗ в магистральный газопровод
«Уренгой-Сургут-Челябинск»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2604/1-311229-2016

л.р. 65042-16

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	4
4 Требования техники безопасности и требования к квалификации поверителей	4
5 Условия поверки	5
6 Подготовка к поверке	5
7 Проведение поверки	5
8 Оформление результатов поверки	13
Приложение А	14

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества сухого отбензиненного газа на узле подключения газопровода от ДКС Локосовского ГПЗ в магистральный газопровод «Уренгой-Сургут-Челябинск», заводской № 01, принадлежащую ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», г. Когалым, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Система измерений количества и показателей качества сухого отбензиненного газа на узле подключения газопровода от ДКС Локосовского ГПЗ в магистральный газопровод «Уренгой-Сургут-Челябинск» (далее – СИКГ) предназначена для измерения объемного расхода (объема) сухого отбензиненного газа (далее – газ) при рабочих условиях и приведения объемного расхода (объема) газа к стандартным условиям в соответствии с ГОСТ 2939-63 на основе измерений давления, температуры и компонентного состава газа согласно ГОСТ 31371.7-2008.

1.3 Принцип действия СИКГ заключается в непрерывном измерении и преобразовании при помощи контроллера измерительного FloBoss модели S600 (рабочий и резервный) (Госреестр № 60296-15) (далее – контроллер) входных аналоговых и цифровых сигналов, поступающих от преобразователей расхода газа ультразвуковых SeniorSonic с электронными модулями Mark III (Госреестр № 28193-04), преобразователей давления измерительных 3051S (Госреестр № 24116-02), преобразователей измерительных 3144P (Госреестр № 14683-04) в комплекте с термопреобразователями сопротивления платиновыми серии 0065 (Госреестр № 22257-05), хроматографа газового промышленного MicroSam (Госреестр № 44122-10), анализатора влажности «Ametek» модели 5000 с системой пробоотбора 561 (Госреестр № 15964-07) и анализатора точки росы по углеводородам модели 241CE II (Госреестр № 20443-06). СИКГ обеспечивает одновременное измерение следующих параметров потока газа: объемный расход (объем) при рабочих условиях, абсолютное давление, температура, компонентный состав, влага и температура точки росы углеводородов.

По измеренным компонентному составу, абсолютному давлению и температуре газа контроллер автоматически рассчитывает плотность газа при рабочих и стандартных условиях по методике ГСССД МР 113-03. Далее автоматически выполняется расчет объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям в соответствии с ГОСТ 2939-63.

1.4 В состав СИКГ входят:

- блок измерительных линий, состоящий из одной рабочей и одной резервной измерительных линий (DN 200);
- блок измерений показателей качества газа;
- система сбора и обработки информации (далее – СОИ).

1.5 Поверка СИКГ проводится поэтапно:

- поверка средств измерений (далее – СИ), входящих в состав СИКГ, осуществляется в соответствии с их методиками поверки;
- СОИ СИКГ поверяют на месте эксплуатации СИКГ в соответствии с настоящей методикой поверки.

1.6 Интервал между поверками СИ, входящих в состав СИКГ, – в соответствии с описаниями типа на эти СИ.

1.7 Интервал между поверками СИКГ – 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки
1	Проверка технической документации	7.1
2	Внешний осмотр	7.2
3	Опробование	7.3
4	Определение метрологических характеристик	7.4
5	Оформление результатов поверки	8

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки СИКГ применяют эталоны и СИ, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные эталоны и СИ

Номер пункта методики	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки и метрологические и основные технические характеристики средства поверки
5	Барометр-анероид М-67 с пределами измерений от 610 до 790 мм рт.ст., погрешность измерений $\pm 0,8$ мм рт.ст., по ТУ 2504-1797-75
5	Психрометр аспирационный МЗ4, пределы измерений влажности от 10 % до 100 %, погрешность измерений ± 5 %
5	Термометр ртутный стеклянный ТЛ-4 (№ 2) с пределами измерений от 0 °С до 55 °С по ГОСТ 28498-90. Цена деления шкалы 0,1 °С
7.3, 7.4	Калибратор многофункциональный МС5-R-IS (далее – калибратор): диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА, пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения $\pm(0,02$ % показания + 1 мкА)

3.2 Допускается использование других эталонов и СИ, по своим характеристикам не уступающих указанным в таблице 3.1.

3.3 Все применяемые эталоны должны быть аттестованы; СИ должны иметь действующий знак поверки и (или) свидетельство о поверке и (или) запись в паспорте (формуляре) СИ, заверенной подписью поверителя и знаком поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать следующие требования:

- корпуса применяемых СИ должны быть заземлены в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- ко всем используемым СИ должен быть обеспечен свободный доступ для заземления, настройки и измерений;
- работы по соединению вспомогательных устройств должны выполняться до подключения к сети питания;
- обеспечивающие безопасность труда, производственную санитарию и охрану окружающей среды;
- предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и эксплуатационной документацией оборудования, его компонентов и применяемых средств поверки.

4.2 К работе по поверке должны допускаться лица:

- достигшие 18-летнего возраста;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке;

– изучившие эксплуатационную документацию на СИКГ, СИ, входящие в состав СИКГ, и средства поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- относительная влажность от 30 % до 80 %
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки СИКГ выполняют следующие подготовительные операции:

- проверяют в соответствии с эксплуатационной документацией на СИ электрические соединения;
- проверяют заземление СИ, работающих под напряжением;
- эталонные СИ и СОИ СИКГ устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- эталонные СИ и СОИ СИКГ выдерживают при температуре, указанной в разделе 5, не менее 3-х часов, если время их выдержки не указано в инструкции по эксплуатации;
- осуществляют соединение и подготовку к проведению измерений эталонных СИ и СОИ СИКГ в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Проверка технической документации

7.1.1 При проведении проверки технической документации проверяют:

- наличие инструкции по эксплуатации СИКГ;
- наличие формуляра СИКГ;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке СИКГ (при периодической поверке);
- наличие паспортов (формуляров) СИ, входящих в состав СИКГ;
- наличие у СИ, входящих в состав СИКГ, действующего знака поверки и (или) свидетельства о поверке и (или) записи в паспорте (формуляре) СИ, заверенной подписью поверителя и знаком поверки.

7.1.2 Результаты проверки считают положительными при наличии всей технической документации по 7.1.1.

7.2 Внешний осмотр

7.2.1 При проведении внешнего осмотра СИКГ контролируют выполнение требований технической документации к монтажу СИ, измерительно-вычислительных и связующих компонентов СИКГ.

7.2.2 При проведении внешнего осмотра СИКГ устанавливают состав и комплектность СИКГ. Поверку выполняют на основании сведений, содержащихся в формуляре СИКГ. При этом контролируют соответствие типа СИ, указанного в формуляре составных частей, записям в формуляре СИКГ.

7.2.3 Результаты проверки считают положительными, если монтаж СИ, измерительно-вычислительных и связующих компонентов СИКГ, внешний вид и комплектность СИКГ соответствуют требованиям технической документации.

7.3 Опробование

7.3.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения СИКГ

7.3.1.1 Проверяют подлинность программного обеспечения (далее – ПО) СИКГ сравнением идентификационных данных ПО СИКГ с исходными, которые были зафиксированы при испытаниях в целях утверждения типа.

Примечание – Проверку идентификационных данных ПО СИКГ проводят с помощью программного обеспечения Config 600.

7.3.1.2 Проверку идентификационных данных ПО СИКГ проводят в следующей последовательности:

1. Используя порт Ethernet подключить контроллер к персональному компьютеру с программным обеспечением Config 600. Через интернет браузер ввести в адресную строку IP-адрес контроллера и установить соединение через встроенный Web-Server контроллера.

2. Запустить на рабочем столе персонального компьютера программу «Config Transfer» из пакета Config 600.

3. Во вкладке «Transfer» записать IP-адрес контроллера.

4. Перейти во вкладку «Receive». Выбрать конфигурацию «new» из списка конфигураций. Нажать на кнопку «Receive».

5. В появившемся окне ввести имя конфигурации «verify». Нажать кнопку «Ок». На запрос «Initiate an S600 backup first?» нажать кнопку «Нет».

6. Ждать завершения передачи конфигурации от контроллера на персональный компьютер.

7. После завершения передачи конфигурации нажать кнопку «Ок».

8. Перейти в папку программы «Config 600» на локальном диске персонального компьютера (пример: Локальный диск (C:) – Program Files – Config 600.X.X).

9. В папку «Configs» скопировать программу «CRC32_MR» (эта программа предоставляется в комплекте с контроллером).

10. Запустить программу «CRC32_MR».

11. В списке конфигураций нажать на конфигурацию «verify».

12. В правом верхнем углу смотреть контрольную сумму программы расчета контрольной суммы «CRC32»; контрольную сумму файлов «S600cong.cfg», «mr113usm.lc» и «mrvcusm.lc».

7.3.1.3 Сравнить идентификационные данные ПО СИКГ с идентификационными данными, которые приведены в таблицах 7.1-7.4.

Таблица 7.1 – Идентификационные данные ПО «Программа расчета физ. св-в. для УЗ расходомеров»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	mr113usm.lc
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1
Цифровой идентификатор ПО	ССАЕС474
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32
Наименование программного обеспечения	Программа расчета физ. св-в. для УЗ расходомеров

Таблица 7.2 – Идентификационные данные ПО «Файл с коэффициентами»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	s600conf.cfg
Номер версии (идентификационный номер) ПО	–
Цифровой идентификатор ПО	14B08D73
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32
Наименование программного обеспечения	Файл с коэффициентами

Таблица 7.3 – Идентификационные данные ПО «Программа расчета контрольной суммы конфигураций»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	crc32_mr.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1.0.0
Цифровой идентификатор ПО	A1160435
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32
Наименование программного обеспечения	Программа расчета контрольной суммы конфигураций

Таблица 7.4 – Идентификационные данные ПО «Программа расчета динамической вязкости по ГСССД МР 113-2003 для УЗ расходомеров»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	mrvcusm.lc
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1
Цифровой идентификатор ПО	429B852B
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32
Наименование программного обеспечения	Программа расчета динамической вязкости по ГСССД МР 113-2003 для УЗ расходомеров

7.3.1.4 Проверяют возможность несанкционированного доступа к ПО СИКГ и наличие авторизации (введение логина и пароля), возможность обхода авторизации, реакцию ПО СИКГ на неоднократный ввод неправильного логина и (или) пароля (аутентификация).

7.3.1.5 Результаты опробования считают положительными:

- если идентификационные данные ПО СИКГ совпадают с идентификационными данными, которые приведены в таблицах 7.1-7.4;
- если исключается возможность несанкционированного доступа к ПО СИКГ и обеспечивается аутентификация.

7.3.2 Проверка работоспособности СИКГ при задании входных сигналов с помощью калибратора в СОИ без определения метрологических характеристик

7.3.2.1 Приводят СИКГ в рабочее состояние в соответствие с технической документацией фирмы-изготовителя на нее. Проверяют прохождение сигналов калибратора, имитирующих измерительные сигналы (от 4 до 20 мА). Проверяют на мониторе автоматизированного рабочего места (далее – АРМ) оператора СИКГ показания по регистрируемому в соответствии с конфигурацией СИКГ параметрам технологического процесса.

7.3.2.2 Результаты опробования считаются положительными если при увеличении/уменьшении значения входного сигнала (от 4 до 20 мА) соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на мониторе АРМ оператора.

Примечание – Допускается проводить проверку работоспособности измерительных каналов СИКГ одновременно с определением метрологических характеристик по 7.4.1 данной методики поверки.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА)

7.4.1.1 Отключить первичный измерительный преобразователь измерительного канала и к соответствующему каналу, включая барьер искрозащиты, подключить калибратор, установленный в режим имитации сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА, в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7.4.1.2 С помощью калибратора установить электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве реперных точек принять точки 4; 8; 12; 16; 20 мА.

7.4.1.3 С монитора АРМ оператора или дисплея контроллера считать значение входного сигнала и в каждой реперной точке вычислить основную приведенную погрешность γ_1 , %, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{Y_{\text{изм}} - Y_{\text{эт}}}{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $Y_{\text{изм}}$ – показания СИКГ в i -ой реперной точке, в единицах измеряемой величины;
 $Y_{\text{эт}}$ – показание калибратора в i -ой реперной точке, в единицах измеряемой величины;
 Y_{max} – верхний предел измерений измерительного канала, в единицах измеряемой величины;
 Y_{min} – нижний предел измерений измерительного канала, в единицах измеряемой величины.

7.4.1.4 Показание калибратора в единицах измеряемой величины при линейной функции преобразования рассчитывают по формуле

$$Y_{\text{эт}} = \frac{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}}{16} \cdot (I_{\text{эт}} - 4) + Y_{\text{min}}, \quad (2)$$

где $I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в i -ой реперной точке, мА.

7.4.1.5 Результаты поверки считаются положительными, если основная приведенная погрешность преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА) в каждой реперной точке не выходит за пределы $\pm 0,11$ %.

7.4.2 Определение относительной расширенной неопределенности (относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95) измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям

7.4.2.1 Расчет относительной расширенной неопределенности (относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95) измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, проводится ручным способом в соответствии с 7.4.2.2-7.4.2.19 настоящей методики поверки.

Примечание – Допускается проводить расчет относительной расширенной неопределенности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, с использованием модуля «ГОСТ 8.611-2013» программного комплекса «Расходомер ИСО».

7.4.2.2 Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована основная погрешность, то значения основной относительной стандартной неопределенности u'_{oy} , %, результата измерений величины y рассчитывают по следующим формулам:

– при известной основной абсолютной погрешности Δy_0 или основной относительной погрешности δ_{oy} , %:

$$u'_{\text{oy}} = 50 \frac{\Delta y_0}{y} = 0,5 \delta_{\text{oy}}, \quad (3)$$

где y – любая контролируемая величина;

– при известной основной приведенной погрешности γ_0 , %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений $(y_{\text{в}} - y_{\text{н}})$:

$$u'_{\text{oy}} = 0,5 \gamma_0 \frac{y_{\text{в}} - y_{\text{н}}}{y}, \quad (4)$$

где $y_{\text{в}}$ – верхний предел измерений;

y_n – нижний предел измерений;

– если нормирующим параметром принят верхний предел измерений:

$$u'_{oy} = 0,5\gamma_0 \frac{y_b}{y}. \quad (5)$$

7.4.2.3 Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована основная погрешность, то значения основной относительной стандартной неопределенности u_{oy} , %, результата измерений величины y рассчитывают по следующим формулам:

– при известной основной абсолютной погрешности Δy_o или основной относительной погрешности δ_{oy} , %:

$$u_{oy} = 0,5\Delta y_o = 0,5y\delta_{oy}/100; \quad (6)$$

– при известной основной приведенной погрешности γ_0 , %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений $(y_b - y_n)$:

$$u_{oy} = 0,5\gamma_0 (y_b - y_n)/100; \quad (7)$$

– если нормирующим параметром принят верхний предел измерений:

$$u_{oy} = 0,5y_b\gamma_0/100. \quad (8)$$

7.4.2.4 Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована дополнительная погрешность, то значения дополнительной относительной стандартной неопределенности u'_{dy} , %, рассчитывают по следующим формулам:

– при известной дополнительной абсолютной погрешности Δy_d или дополнительной относительной погрешности δ_{dy} , %:

$$u'_{dy} = \frac{100 \cdot \Delta y_d}{\sqrt{3} \cdot y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \delta_{dy}; \quad (9)$$

– при известной дополнительной приведенной погрешности γ_d , %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений $(y_b - y_n)$:

$$u'_{dy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \gamma_d \frac{y_b - y_n}{y}; \quad (10)$$

– если нормирующим параметром принят верхний предел измерений:

$$u'_{dy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \gamma_d \frac{y_b}{y}. \quad (11)$$

7.4.2.5 Если для СИ или компонента измерительной цепи нормирована дополнительная погрешность, то значения дополнительной стандартной неопределенности u_{dy} рассчитывают по следующим формулам:

– при известной дополнительной абсолютной погрешности Δy_d или дополнительной относительной погрешности δ_{dy} , %:

$$u_{dy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta y_d = \frac{1}{\sqrt{3}} \delta_{dy} \cdot y / 100; \quad (12)$$

– при известной дополнительной приведенной погрешности γ_d , %, если нормирующим параметром принят диапазон измерений $(y_b - y_n)$:

$$u_{\text{дy}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \gamma_{\text{д}} (y_{\text{в}} - y_{\text{н}}) / 100; \quad (13)$$

– если нормирующим параметром принят верхний предел измерений:

$$u_{\text{дy}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \gamma_{\text{д}} y_{\text{в}} / 100. \quad (14)$$

7.4.2.6 Относительная суммарная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, u'_{qc} , %, определяют по формуле

$$u'_{\text{qc}} = \sqrt{u'_{\text{qv}}{}^2 + \vartheta_{\rho_{\text{p}}}{}^2 \cdot u'_{\text{p}}{}^2 + \vartheta_{\rho_{\text{T}}}{}^2 \cdot u'_{\text{T}}{}^2 + \sum_{i=1}^N ((\vartheta_{\rho_{\text{x}_i}} - \vartheta_{\rho_{\text{c}_\text{x}_i}}) \cdot u'_{\text{x}_i})^2 + 2 \cdot u'_{\rho_{\text{f}}}{}^2 + u'_{\text{в}}{}^2}, \quad (15)$$

- где u'_{qv} – относительная стандартная неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях, %;
- $\vartheta_{\rho_{\text{p}}}$ – относительный коэффициент чувствительности плотности газа при рабочих условиях к изменению абсолютного давления газа;
- u'_{p} – относительная стандартная неопределенность измерений давления газа, %;
- $\vartheta_{\rho_{\text{T}}}$ – относительный коэффициент чувствительности плотности газа при рабочих условиях к изменению температуры газа;
- u'_{T} – относительная стандартная неопределенность измерений температуры газа, %;
- $\vartheta_{\rho_{\text{x}_i}}$ – относительный коэффициент чувствительности плотности газа при рабочих условиях к изменению содержания i -го компонента газа;
- $\vartheta_{\rho_{\text{c}_\text{x}_i}}$ – относительный коэффициент чувствительности плотности газа при стандартных условиях к изменению содержания i -го компонента газа;
- u'_{x_i} – относительная стандартная неопределенность измерения молярной доли i -го компонента газа, %;
- N – число компонентов в газе;
- $u'_{\rho_{\text{f}}}$ – относительная стандартная неопределенность, приписанная уравнению, применяемому для расчета плотности газа по ГСССД МР 113-03, %;
- $u'_{\text{в}}$ – составляющая относительной стандартной неопределенности измерений объемного расхода и объема газа при стандартных условиях, обусловленная алгоритмом вычислений и его программной реализацией, %, определяемая по формуле (7).

7.4.2.7 Относительную стандартную неопределенность измерений объемного расхода газа при рабочих условиях u'_{qv} , %, определяют по формуле (3).

7.4.2.8 Относительную стандартную неопределенность измерений абсолютного давления газа u'_{p} , %, рассчитывают по формуле

$$u'_{\text{p}} = \sqrt{u'_{\rho_{\text{преб_осн}}}{}^2 + u'_{\rho_{\text{преб_доп}}}{}^2 + u'_{\rho_{\text{барьер_осн}}}{}^2 + u'_{\rho_{\text{барьер_доп}}}{}^2 + u'_{\rho_{\text{пр_осн}}}{}^2 + u'_{\rho_{\text{пр_доп}}}{}^2}, \quad (16)$$

- где $u'_{\rho_{\text{преб_осн}}}$ – основная относительная стандартная неопределенность измерений абсолютного давления газа преобразователем давления измерительным 3051S, %, определяемая по формуле (5);
- $u'_{\rho_{\text{преб_доп}}}$ – дополнительная относительная стандартная неопределенность измерений абсолютного давления газа преобразователем давления измерительным 3051S, %, определяемая по формуле (11);
- $u'_{\rho_{\text{барьер_осн}}}$ – основная относительная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала преобразователя давления измерительного 3051S преобразователем измерительным HiD 2025, %, рассчитываемая по формуле (5);

- $u'_{p_барьер_доп}$ – основная относительная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала преобразователя давления измерительного 3051S преобразователем измерительным HiD 2025, %, рассчитываемая по формуле (11);
- $u'_{p_пр_осн}$ – основная относительная стандартная неопределенность выходного сигнала преобразователя давления измерительного 3051S после преобразователя измерительного HiD 2025 в значение физической величины с помощью контроллера измерительного FloBoss S600, %, определяемая по формуле (5);
- $u'_{p_пр_доп}$ – основная относительная стандартная неопределенность выходного сигнала преобразователя давления измерительного 3051S после преобразователя измерительного HiD 2025 в значение физической величины с помощью контроллера измерительного FloBoss S600, %, определяемая по формуле (11).

7.4.2.9 Относительную стандартную неопределенность измерений температуры газа u'_T , %, рассчитывают по формуле

$$u'_T = \frac{100(t_v - t_n)}{273,15 + t} \cdot \left[\left(\frac{u_{t_сенс}}{Y_{v_3144P} - Y_{n_3144P}} \right)^2 + \left(\frac{u_{t_3144P_осн}}{Y_{v_3144P} - Y_{n_3144P}} \right)^2 + \left(\frac{u_{t_3144P_доп}}{Y_{v_3144P} - Y_{n_3144P}} \right)^2 + \left(\frac{u_{t_барьер_осн}}{Y_{v_барьер} - Y_{n_барьер}} \right)^2 + \left(\frac{u_{t_барьер_доп}}{Y_{v_барьер} - Y_{n_барьер}} \right)^2 + \left(\frac{u_{t_пр_осн}}{Y_{v_3144P} - Y_{n_3144P}} \right)^2 + \left(\frac{u_{t_пр_доп}}{Y_{v_3144P} - Y_{n_3144P}} \right)^2 \right]^{0,5}, \quad (17)$$

- где t_v, t_n – верхний и нижний предел измерения температуры газа соответственно, °C;
- t – измеренное значение температуры газа, °C;
- $u_{t_сенс}$ – стандартная неопределенность измерений температуры газа с помощью термопреобразователя сопротивления платинового серии 65, °C, определяемая по формуле (6);
- $u_{t_3144P_осн}$ – основная стандартная неопределенность преобразования значения температуры газа преобразователем измерительным 3144P, °C, вычисляемая как сумма стандартных неопределенностей аналого-цифрового и цифро-аналоговых преобразований по формулам (6) и (7);
- Y_{v_3144P}, Y_{n_3144P} – верхний и нижний пределы измерений преобразователя измерительного 3144P, °C;
- $u_{t_3144P_доп}$ – дополнительная стандартная неопределенность преобразования значения температуры газа преобразователем измерительным 3144P, °C, определяемая по формулам (12) и (13);
- $u_{t_барьер_осн}$ – основная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала преобразователя измерительного 3144P преобразователем измерительным серии HiD 2025, В, определяемая по формуле (7);
- $u_{t_барьер_доп}$ – основная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала преобразователя измерительного 3144P преобразователем измерительным серии HiD 2025, В, определяемая по формуле (13);
- $Y_{v_барьер}, Y_{n_барьер}$ – верхний и нижний пределы измерений преобразователя измерительного HiD 2025, В;
- $u_{t_пр_осн}$ – основная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала преобразователя измерительного 3144P после преобразователя

измерительного HiD 2025 в значение физической величины с помощью контроллера измерительного FloBoss S600, °C, определяемая по формуле (7);

$u_{t_пр_доп}$ – дополнительная стандартная неопределенность преобразования выходного сигнала преобразователя измерительного 3144P после преобразователя измерительного HiD 2025 в значение физической величины с помощью контроллера измерительного FloBoss S600, °C, определяемая по формуле (13).

7.4.2.10 Относительный коэффициент чувствительности плотности газа к изменению абсолютного давления газа \mathfrak{G}_{ρ_p} определяют по формуле

$$\mathfrak{G}_{\rho_p} = f'_p \cdot \frac{p}{\rho}, \quad (18)$$

где f'_p – частная производная функции f (зависимости плотности газа ρ от давления газа p) по p ;

p – давление газа, МПа.

7.4.2.11 Относительный коэффициент чувствительности плотности газа к изменению температуры газа \mathfrak{G}_{ρ_T} определяют по формуле

$$\mathfrak{G}_{\rho_T} = f'_T \cdot \frac{t + 273,15}{\rho}, \quad (19)$$

где f'_T – частная производная функции f (зависимости плотности газа ρ от температуры газа t) по t .

7.4.2.12 Относительный коэффициент чувствительности плотности газа к изменению содержания i -го компонента газа $\mathfrak{G}_{\rho_x_i}$ определяют по формуле

$$\mathfrak{G}_{\rho_x_i} = f'_{x_i} \cdot \frac{x_i}{\rho}, \quad (20)$$

где f'_{x_i} – частная производная функции f (зависимости плотности газа ρ от молярной доли x_i i -го компонента) по x_i ;

7.4.2.13 Значение частных производных f'_{x_i} , f'_T , f'_p рассчитывают по следующим формулам:

$$f'_{x_i} = \frac{f(x_i + \Delta x_i^*) - f(x_i)}{\Delta x_i^*}, \quad (21)$$

$$\Delta x_i^* = x_i^* - x_i, \quad (22)$$

$$f'_T = \frac{f(t + \Delta t + 273,15) - f(t + 273,5)}{\Delta t}, \quad (23)$$

$$f'_p = \frac{f(p + \Delta p) - f(p)}{\Delta p}, \quad (24)$$

где Δx_i^* – приращение молярной доли x_i i -го компонента с учетом нормализации компонентного состава;

Δt – приращение температуры, °C;

Δp – приращение абсолютного давления, МПа.

7.4.2.14 Нормализацию компонентного состава проводят по следующей формуле

$$x_i^* = \begin{cases} \frac{x_i}{1 + \Delta x_j} & \text{при } j \neq 1 \\ \frac{x_i + \Delta x_j}{1 + \Delta x_j} & \text{при } j = 1 \end{cases} \quad (25)$$

Значение приращения аргумента Δx_i , Δt , Δp рекомендуется выбирать не более стандартной неопределенности измерений соответственно величин x_i , t и p .

7.4.2.15 Относительную стандартную неопределенность, приписанную уравнению, применяемому для расчета плотности газа по ГСССД МР 113-03, $u'_{\rho-f}$, %, определяют по формуле

$$u'_{\rho-f} = \frac{\delta_{\rho-f}}{\sqrt{3}}, \quad (26)$$

где $\delta_{\rho-f}$ – относительная погрешность, приписанная уравнению, применяемому для расчета плотности газа по ГСССД МР 113-03, %.

7.4.2.16 Относительную суммарную стандартную неопределенность измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям, u'_{Vc} , %, определяют по формуле

$$u'_{Vc} = \sqrt{u'_{qc}{}^2 + u'_{\tau}{}^2}, \quad (27)$$

где u'_{τ} – относительная стандартная неопределенность измерения времени с помощью контроллера измерительного FloBoss S600, %, определяемая по формуле (7).

7.4.2.17 Относительную расширенную неопределенность (при коэффициенте охвата 2) измерений объемного расхода, и объема газа, приведенных к стандартным условиям U'_{qc} , % и U'_{Vc} , %, определяют по формулам:

$$U'_{qc} = 2 \cdot u'_{qc}, \quad (28)$$

$$U'_{Vc} = 2 \cdot u'_{Vc}. \quad (29)$$

7.4.2.18 Результаты расчетов по формулам (3)–(27) округляют до трех знаков после запятой. Результаты расчетов по формулам (28), (29) округляют до двух значащих цифр.

7.4.2.19 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанная относительная расширенная неопределенность (относительная погрешность при доверительной вероятности 0,95) измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, не выходит за пределы 0,65 %.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки СИКГ оформляют протоколом с указанием даты и места проведения поверки, условий поверки, применяемых эталонов, результатов расчета погрешности. Форма протокола приведена в приложении А.

8.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СИКГ в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.3 Отрицательные результаты поверки СИКГ оформляют в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». При этом выписывается извещение о непригодности к применению СИКГ с указанием причин непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки СИКГ

Дата:

Поверитель: (наименование и адрес организации)

Место проведения поверки:

Наименование поверяемого средства измерений:

Заводской номер:

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха, °С
- атмосферное давление, кПа
- относительная влажность окружающего воздуха, %

Наименование эталонов и вспомогательных средств: (с указанием заводского номера и свидетельства о поверке)

Поверка проведена в соответствии с документом: (наименование документа)

Результаты поверки: (положительные или отрицательные)

Проведение поверки:

1. Проверка технической документации: соответствует (не соответствует) требованиям 7.1 методики поверки.

1.1 Проверка наличия действующих свидетельств о поверке СИ, входящих в состав СИКГ

№ п/п	Наименование СИ	Заводской номер	№ позиции	№ свидетельства о поверке

2. Внешний осмотр СИКГ: соответствует (не соответствует) требованиям 7.2 методики поверки.

3. Опробование СИКГ: соответствует (не соответствует) требованиям 7.3 методики поверки.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	
Цифровой идентификатор ПО	
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	

При увеличении/уменьшении значения входного сигнала соответствующим образом изменяются (не изменяются) значения измеряемой величины на мониторе АРМ оператора.

4. Определение метрологических характеристик СИКГ:

4.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала силы постоянного тока (от 4 до 20 мА)

№ канала	Калибратор, мА	Нижний предел диапазона измерений	Верхний предел диапазона измерений	Единица измерения	Показания СИКГ в единицах измерения	Показания СИКГ в мА	Погрешность преобразования, γ, %
	4						
	8						
	12						
	16						
	20						

4.2 Определение относительной расширенной неопределенности (относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95) измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям (7.4.2 методики поверки)

Привести расчет относительной расширенной неопределенности (относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95) измерений объемного расхода и объема сухого отбензиненного газа, приведенных к стандартным условиям.

Должность поверителя

подпись

Фамилия И.О.