

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСХОДОМЕТРИИ (ФГУП «ВНИИР»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель ЦИ СИ –
Первый заместитель директора по
научной работе –
Заместитель директора по качеству



В.А. Фафурин

16 ноября 2015 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерений количества газа на объекте «Газопровод высокого давления
от ГРС-2 г. Нижнекамск до КГПТО ОАО «ТАИФ-НК», НКТЭЦ (ПТК-1), ГТУ-
75 ОАО «НКНХ»

2.р.64091-16

Методика поверки

МП 0378-13-2015

Казань
2015

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»
ООО НПП «ГКС»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества газа на объекте «Газопровод высокого давления от ГРС-2 г. Нижнекамск до КГПТО ОАО «ТАИФ-НК», НКТЭЦ (ПТК-1), ГТУ-75 ОАО «НКНХ» (далее – система измерений) изготовленную и представленную ООО НПП «ГКС», г. Казань, и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

Система измерений состоит из четырех измерительных линий (далее – ИЛ) (три рабочих и одна резервная) и предназначена для автоматизированного измерения объемного расхода и объема природного газа (далее – газ), приведенных к стандартным условиям, а также формирования необходимых отчетных документов.

Для системы измерений установлена поэлементная поверка. Измерительные и вычислительные компоненты поверяются в соответствии с их методиками поверки, представленными в приложении А.

Погрешность определения объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, рассчитываются по метрологическим характеристикам применяемых средств измерений температуры, давления и объемного расхода газа при рабочих условиях.

Интервал между поверками - 2 года.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6.1	+	+
Проверка выполнения функциональных возможностей системы измерений	6.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения системы измерений	6.3	+	+
Определение метрологических характеристик (далее – МХ):	6.4	+	+
- средств измерений (далее – СИ), входящих в состав системы измерений	6.4.2	+	+
- приведенной к верхней границе диапазона измерений погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения абсолютного давления	6.4.3	+	+
- приведенной к верхней границе диапазона измерений погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения температуры	6.4.4	+	+
- абсолютной погрешности преобразования количества импульсов по каналу измерения расхода	6.4.5	+	+
- относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям	6.4.6	+	+
Оформление результатов поверки	7	+	+

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства:

- калибратор многофункциональный модели ASC300-R, диапазон воспроизведения токового сигнала от 0 до 24 мА, пределы допускаемой погрешности в режиме воспроизведения токового сигнала $\pm 0,015\%$ от показания ± 2 мкА;
- калибратор многофункциональный модели MC5-R, диапазон частот от 0 до 50000 Гц, погрешность счета импульсов ± 1 импульс;
- термометр ртутный, диапазон измерений от 0 до 50 °С, цена деления 0,1 °С по ГОСТ 28498-90;
- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, цена деления шкалы 100 Па по ТУ25-11.15135;
- психрометр ВИТ-1, диапазон измерений относительной влажности от 30% до 80%, цена деления термометров 0,5 °С по ТУ 25-11.1645;

2.2 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

2.3 Допускается применять другие типы СИ с характеристиками, не уступающими указанным, аттестованных и поверенных в установленном порядке.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- Правилами безопасности при эксплуатации средств измерений;
- 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 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- измеряемая среда	природный газ
- температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
- относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 107
- напряжение питания, В	220 \pm 4,4
- частота переменного тока, Гц	50 \pm 1
- внешнее магнитное поле (кроме земного), вибрация	отсутствуют

5 Подготовка к поверке

5.1 Подготовка к поверке проводят в соответствии с руководством по эксплуатации системы измерений (далее – РЭ) и нормативными документами на поверку СИ, входящих в состав системы измерений.

5.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или поверительные клейма применяемых СИ.

5.3 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 системы следующим требованиям:

- длины прямых участков измерительного трубопровода до и после преобразователя расхода газа ультразвукового Daniel модели 3414 (далее – расходомер) должны соответствовать требованиям, установленным изготовителем расходомера.
- комплектность системы должна соответствовать РЭ;
- на компонентах системы не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах системы должны быть четкими и соответствовать РЭ;
- наличие маркировки на приборах, в том числе маркировки по взрывозащите.

6.2 Проверка выполнения функциональных возможностей системы измерений.

6.2.1 При проверке выполнения функциональных возможностей системы измерений проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления и расхода. Проверку проводят путем подачи на входы контроллеров измерительных FloBoss S600+ (основной и дублирующий)(далее – контроллер) сигналов, имитирующих сигналы от первичных преобразователей температуры, давления и расхода.

Результаты проверки считаются положительными, если при увеличении/уменьшении значения входного сигнала соответствующим образом изменяются значения измеряемой величины на дисплее контроллера или ПЭВМ.

6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения системы измерений.

Программное обеспечение (ПО) системы измерений базируется на ПО, входящих в состав системы измерений серийно выпускаемых компонент, имеющих свидетельства (сертификаты) об утверждении типа средств измерений, дополнительного метрологически значимого ПО система измерений не имеет.

Проверку идентификационных данных операционной системы основного вычислительного компонента – контроллера измерительного FloBoss S600+ проводят в соответствии с руководством пользователя на контроллер. Идентификационные данные контроллера должны соответствовать представленным в описании типа

6.4 Определение метрологических характеристик.

6.4.1 Определение метрологических характеристик системы измерений заключается в расчете погрешности при измерении температуры, давления и объемного расхода газа в рабочих условиях, погрешности при определении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

6.4.2 Определение соответствия метрологических характеристик СИ, входящих в состав системы измерений, проводят в соответствии с нормативными документами на поверку, представленными в приложении А.

6.4.3 Определение приведенной к верхней границе диапазона измерений погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения абсолютного давления.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: датчик давления КМ35-А – преобразователь измерительный тока и напряжения с гальванической развязкой серии К (далее – барьер искрозащиты) – контроллер.

Для этого отключают датчик давления КМ35-А и с помощью калибратора подают на вход контроллера с учетом линии связи аналоговые сигналы (для аналогового сигнала 4-

20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА) и считывают значение давления с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

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

$$\delta_i = \frac{I_i - I_{yi}}{20} 100, \quad (1)$$

где I_i - показание контроллера в i -той реперной точке,

I_{yi} - показание калибратора в i -той реперной точке.

Результаты поверки считаются положительными, если пределы приведенной погрешности не превышают $\pm 0,16\%$.

6.4.4 Определение приведенной к верхней границе диапазона измерений погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения температуры.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: термопреобразователь сопротивления платиновый 65 – преобразователь измерительный Rosemount 3144P – барьер искрозащиты – контроллер.

Для этого отключают термопреобразователь сопротивления платиновый 65 и с помощью калибратора подают на вход преобразователя измерительного Rosemount 3144P с учетом линии связи аналоговые сигналы (для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА) и считывают значение температуры с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют приведенную к верхней границе диапазона погрешность по формуле (1)

Результаты поверки считаются положительными, если пределы приведенной погрешности не превышают $\pm 0,16\%$.

6.4.5 Определение абсолютной погрешности преобразования количества импульсов по каналу измерения расхода.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – контроллер. Для этого отключают расходомер и на соответствующих контактах с помощью калибратора генерируют импульсы с частотой соответствующей рабочему диапазону расходомера. Операцию проводят для трех значений частоты соответствующих минимальному, номинальному и максимальному значению расхода газа при рабочих условиях. Число задаваемых импульсов не менее 30000. Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала и выводят на экран измеренное число импульсов.

Результаты поверки считаются положительными, если количество импульсов, измеренное контроллером и поданных калибратором, отличается не более чем на 1 импульс.

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

По метрологическим характеристикам применяемых средств измерений рассчитывают общую результирующую погрешность определения расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям.

6.4.6.1 Относительную погрешность измерения объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, рассчитывают с учетом метрологических характеристик применяемых средств измерений, по формуле

$$\delta_{Q_c} = \sqrt{\delta_{q_0}^2 + \delta_e^2 + (\theta_p \delta_p)^2 + (\theta_T \delta_T)^2 + \delta_K^2}, \quad (2)$$

где δ_{q_0} – относительная погрешность определения объемного расхода газа при рабочих условиях расходомером;
 δ_g – вычисления объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям;
 δ_p – относительная погрешность определения давления;
 θ_p – коэффициент влияния давления газа на коэффициент приведения;
 δ_T – относительная погрешность определения температуры;
 θ_T – коэффициент влияния температуры газа на коэффициент приведения;
 δ_K – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости (без учета погрешностей определения температуры и давления).

6.4.6.2 Относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, рассчитывают по формуле

$$\delta_{V_c} = \sqrt{\delta_{Q_c}^2 + \delta_T^2}, \quad (3)$$

где δ_T – относительная погрешность измерения времени.

6.4.6.3 Относительную погрешность определения коэффициента сжимаемости газа вычисляют по формуле:

$$\delta_K = \sqrt{\delta_{K_m}^2 + \delta_{ID}^2}, \quad (4)$$

где δ_{K_m} – методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости, определяемая в зависимости от плотности газа при стандартных условиях и давлении газа по методу ВНИЦ СМВ по ГОСТ 30319;

δ_{ID} – погрешность определения коэффициента сжимаемости, связанная с погрешностью определения исходных данных (без учета погрешности определения температуры и давления).

Относительную погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, связанную с погрешностью определения исходных данных, вычисляют по формуле:

$$\delta_{ID} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\theta_{xi} \delta_{xi})^2}, \quad (5)$$

где θ_{xi} – коэффициент влияния i -го компонента газа на коэффициент сжимаемости;

δ_{xi} – относительная погрешность определения i -го компонента газа;

n – число компонентов в газе.

В общем случае коэффициент влияния функции F от параметра y рассчитывают по формуле

$$\theta_y = \frac{\partial F}{\partial y} \frac{y}{F}, \quad (6)$$

где $\frac{\partial F}{\partial y}$ – частная производная функции F по y .

Если неизвестна математическая взаимосвязь величины $F(y)$ с параметром y или дифференцирование функции F затруднено, то коэффициент влияния рассчитывают по формуле

$$\theta_y = \frac{\Delta F}{\Delta y} \frac{y}{F}, \quad (7)$$

где ΔF – изменение значения величины F при изменении y на значение Δy (значение Δy рекомендуется выбирать не более абсолютной погрешности измерений параметра y).

6.4.6.4 Относительную погрешность измерений температуры газа определяют по формуле

$$\delta_T = \frac{100(t_g - t_n)}{273,15 + t} \left[\sum \left(\frac{\Delta y_i}{y_{vi} - y_{ni}} \right)^2 \right]^{0,5}, \quad (8)$$

где t_g, t_n - соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы комплекта средств измерений температуры;

t - температура газа;

Δy_i - абсолютная погрешность i -го преобразователя или прибора, входящего в комплект для измерений температуры;

y_{vi}, y_{ni} - соответственно, верхнее и нижнее значения диапазона шкалы или выходного сигнала i -го преобразователя или прибора входящего в комплект.

6.4.6.5 Относительную погрешность измерений абсолютного давления газа определяют по формуле

$$\delta_p = \left[\sum (\delta_{pi})^2 \right]^{0,5}, \quad (9)$$

где δ_{pi} - относительная погрешность i -го преобразователя или прибора, входящего в комплект для измерений абсолютного давления.

6.4.6.6 Результаты поверки считаются положительными, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формулам (2) и (3) не превышают $\pm 0,75\%$ (при поверке преобразователей расхода газа ультразвуковых проливным методом) и $\pm 0,8\%$ (при поверке преобразователей расхода газа ультразвуковых имитационным методом).

7 Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки заносят в протокол произвольной формы.

7.2. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством по Приказу Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

7.3. При отрицательных результатах поверки систему измерений не допускают к применению и выполняют процедуры, предусмотренные Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Приложение А
(обязательное)

Список нормативных документов на поверку СИ, входящих в состав системы измерений.

Наименование СИ	Нормативный документ
Преобразователь расхода газа ультразвуковой Daniel модели 3414	«Инструкция. ГСИ. Преобразователи расхода газа ультразвуковые Daniel. Методика поверки» утвержденная ФГУП «ВНИИМС» в 2015 г.
Датчик давления КМ35-А	МП 56680-14 «Датчики давления типа КМ35. Методика поверки» утвержденная ФГУП «ВНИИМС» 09.12.2013 г.
Термопреобразователь сопротивления платиновый 65	ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»
Преобразователь измерительный Rosemount 3144Р	12.5314.000.00 МП «Преобразователи измерительные Rosemount 644, Rosemount 3144Р. Методика поверки» утвержденная ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в декабре 2013 г.
Контроллер измерительный FloBoss S600+	МП 117-221-2013 «Контроллеры измерительные FloBoss S600+. Методика поверки» утвержденная ФГУП «УНИИМ» в апреле 2014 г.
Манометр показывающий для точных измерений МПТИ	5ШО.283.421 МП «Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие для точных измерений МПТИ, ВПТИ и МВПТИ. Методика поверки» утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в 2011 г.
Термометр показывающий биметаллический	Инструкция «Термометры биметаллические. Методика поверки» утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в сентябре 2010 г.
Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ4	ГОСТ 8.279-78 «Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методы и средства поверки»
Преобразователь измерительный тока и напряжения с гальванической развязкой (барьеры искрозащиты) серии К	МП 22148-08 «Преобразователи с гальванической развязкой серии К фирмы Pepperl+Fuchs GmbH, Германия. Методика поверки» утвержденная ФГУП «ВНИИМС» 24.12.2008 г.