

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по развитию


А.С. Тайбинский
«12» апреля 2019г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений количества и параметров свободного нефтяного газа
АО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» на ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского
месторождения**

Методика поверки

МП 0991-13-2019

Начальник отдела НИО-13


А.И. Горчев
Тел. (843)272-11-24

г. Казань
2019 г.

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества и параметров свободного нефтяного газа АО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» на ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – система измерений), изготовленную ООО «Автоматизация-Метрология-ЭКСПЕРТ», г. Уфа и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

Система измерений предназначена для автоматизированного измерения объемного расхода (объема) свободного нефтяного газа (далее – СНГ) при рабочих условиях и приведения объемного расхода (объема) газа к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63

Система измерений состоит из семи измерительных линий различной конструкции, объединенные общим ИВК:

- ИЛ узла учета СНГ на КС ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на КС). Номинальный диаметр DN250;
- ИЛ узла учета СНГ на факел высокого давления ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на ФВД). Номинальный диаметр DN250;
- ИЛ узла учета СНГ на факел низкого давления ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на ФНД). Номинальный диаметр DN250;
- ИЛ узла учета СНГ на печи ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на печи). Номинальный диаметр DN40;
- ИЛ узла учета СНГ на котельную ДНС-2 с УПСВ Ярайнерского месторождения (далее – УУ СНГ на котельную). Номинальный диаметр DN40;
- ИЛ узла учета СНГ на линию дежурного горения факельных систем (далее – УУ СНГ на ФС). Номинальный диаметр DN40;
- ИЛ узла учета СНГ на горизонтальную факельную установку (далее – УУ СНГ на ГФУ). Номинальный диаметр DN250.

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, представленные в таблице 1.

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	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Определение метрологических характеристик (далее – МХ):	6.4	+	+
- средств измерений (далее – СИ), входящих в состав системы измерений	6.4.2	+	+
- относительной погрешности измерений объемного расхода и объема СНГ, приведенных к стандартным условиям	6.4.3	+	+
Оформление результатов поверки	7	+	+

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства:

- рабочий эталон силы постоянного электрического тока 2 разряда в диапазоне от 4 до 20 мА по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 01.10.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

- средства измерений в соответствии с нормативными документами на поверку средств измерений, входящих в состав системы измерений;

- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, пределы измерений температуры от минус 20 °С до 60 °С, пределы основной абсолютной погрешности при измерений температуры $\pm 0,2$ °С, пределы измерений влажности от 0 до 99 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0\%$;

- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106,7 кПа, цена деления шкалы 100 Па;

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

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы измерений с требуемой точностью.

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 свободный нефтяной газ

- температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +36
- относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 104
- напряжение питания, В	220 ⁺²² ₋₃₃
- частота переменного тока, Гц	50±1
- внешнее магнитное поле (кроме земного), вибрация	отсутствуют

5 Подготовка к поверке

5.1 Подготовку 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 и/или поверительные клейма применяемых СИ, входящих в состав системы измерений.

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 измерений следующим требованиям:

- длины прямых участков измерительного трубопровода до и после расходомера газа ультразвукового Flowsic 100, счетчика газа КТМ100 РУС и расходомера вихревого Prowirl (далее – расходомер) должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации, установленным изготовителями расходомеров.
- комплектность системы должна соответствовать РЭ;
- на компонентах системы измерений не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах системы измерений 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 комплекса измерительно-вычислительного «ОКТОПУС-Л» («ОСТОРУС-L») (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 – комплекса измерительно-вычислительного «ОКТОПУС-Л» 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 СНГ в рабочих условиях, погрешности при определении объемного расхода и объема СНГ, 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 Относительную погрешность измерений объемного расхода СНГ, приведенного к стандартным условиям δ_{qc} , %, определяют 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 СНГ в рабочих условиях, %;

\mathcal{G}_T – коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости СНГ;

\mathcal{G}_P – коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости СНГ;

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 СНГ, %;

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

6.4.3.1 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода СНГ в рабочих условиях определяются по формуле

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_{ПР}}^2 + \delta_{нрИВК}^2}, \quad (2)$$

где $\delta_{q_{ПР}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода СНГ в рабочих условиях, %;

$\delta_{нрИВК}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.2 Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{нрИВК} = \frac{\Delta_q}{I_i} \cdot \gamma_{нрИВК}, \quad (3)$$

где Δ_q – абсолютная погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения расхода, мА;

I_i – показание контроллера в i -той реперной точке, мА;

$\gamma_{нрИВК}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.3 Определение абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения расхода.

Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – контроллер. Для этого отключают расходомер и с помощью эталона 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 тока для соответствующего расхода с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

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

$$\delta_i = I_i - I_{yi}, \quad (4)$$

где I_i - показание контроллера в i -той реперной точке, мА;
 I_{yi} - показание калибратора в i -той реперной точке, мА.

Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,015$ мА.

6.4.3.4 Коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости СНГ определяют по формуле:

$$\vartheta_T = \frac{\partial f}{\partial T} \times \frac{T}{f} \quad (5)$$

6.4.3.5 Коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости СНГ определяют по формуле:

$$\vartheta_P = \frac{\partial f}{\partial P} \times \frac{P}{f} \quad (6)$$

6.4.3.6 Пределы допускаемой относительной погрешности определения температуры определяют по формуле:

- при использовании в качестве СИ температуры термопреобразователя с унифицированным выходным сигналом Метран-270 (ТСМУ):

$$\delta_T = \sqrt{\left(\frac{t_g - t_n}{t_n + 273,15} \cdot \gamma_{t_{осн}} \right)^2 + \left(\frac{t_g - t_n}{t_n + 273,15} \cdot \gamma_{t_{дон}} \cdot \Delta_T \right)^2} + \delta_{нрИВК}^2, \quad (7)$$

где t_g, t_n - верхний и нижний пределы шкалы СИ температуры, °С;
 $\gamma_{t_{осн}}$ - основная приведенная погрешность СИ температуры, %;
 $\gamma_{t_{дон}}$ - дополнительная приведенная погрешность СИ температуры при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, %/°С;
 Δ_T - максимальная разница между температурой окружающего воздуха и температурой при калибровке, °С.

- при использовании в качестве СИ температуры термопреобразователя с унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820:

$$\delta_T = \sqrt{\left(\frac{\Delta_{902820}}{t_{изм} + 273,15} \right)^2} + \delta_{нрИВК}^2, \quad (8)$$

где Δ_{902820} - пределы допускаемой абсолютной погрешности СИ температуры, °С;

при этом значение переменной $t_{изм}$ не выходит за пределы настроенного диапазона измерений используемого термопреобразователя

6.4.3.7 Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{нрИВК} = \frac{\Delta_T}{I_i} \cdot \gamma_{нрИВК}, \quad (9)$$

где Δ_T - абсолютная погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения температуры, мА;
 I_i - показание контроллера в i -той реперной точке, мА;
 $\gamma_{нрИВК}$ - пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.8 Определение абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения температуры.

Контроллер переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270 (ТСПУ 902820, ТСМУ) – контроллер.

Для этого отключают термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270 (ТСПУ 902820, ТСМУ) 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 тока для соответствующей температуры с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютной погрешности преобразования входных аналоговых сигналов по формуле (4).

Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,015$ мА.

6.4.3.9 Пределы допускаемой относительной погрешности определения давления определяют по формуле:

$$\delta_P = \sqrt{\delta_{P_{абс}}^2 + \delta_{нрИВК}^2}, \quad (10)$$

где $\delta_{P_{абс}}$, – пределы допускаемой относительной погрешности измерений абсолютного давления, %.

6.4.3.10 Пределы допускаемой относительной погрешности определения абсолютного давления определяют по формуле:

$$\delta_{P_{абс}} = \sqrt{\delta_{P_{осн}}^2 + \delta_{P_{доп}}^2}, \quad (11)$$

где $\delta_{P_{осн}}$, – пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений абсолютного давления, %;

$\delta_{P_{доп}}$ – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений абсолютного давления от изменения температуры окружающей среды на каждые 10 °С, %.

6.4.3.11 Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код определяют по формуле:

$$\delta_{нрИВК} = \frac{\Delta_P}{I_i} \cdot \gamma_{нрИВК}, \quad (12)$$

где Δ_P – абсолютная погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения расхода, мА;

I_i – показание контроллера в i -той реперной точке, мА;

$\gamma_{нрИВК}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности ИВК при преобразовании аналогового сигнала в цифровой код, %.

6.4.3.12 Определение абсолютной 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 Метран-150 – контроллер.

Для этого отключают датчик давления Метран-150 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 тока для соответствующего давления с дисплея контроллера или с экрана ПЭВМ.

По результатам измерений в каждой реперной точке вычисляют абсолютную погрешность по формуле (4)

Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности не превышают $\pm 0,015$ мА.

6.4.3.13 Пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости СНГ определяется по формуле:

$$\delta K = \sqrt{\delta K_M^2 + \delta K_{ид}^2 + \delta K_{нс}^2}, \quad (13)$$

- где δK_M – методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости СНГ, %;
- $\delta K_{ид}$ – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости СНГ, связанная с погрешностью измерения исходных данных, %;
- $\delta K_{нс}$ – относительное изменение значения коэффициента сжимаемости СНГ, %.

6.4.3.14 Относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости СНГ, связанная с погрешностью измерения исходных данных определяется по формуле:

$$\delta K_{ид} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(\mathcal{G}x_i \times \delta x_i)^2]}, \quad (14)$$

- 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.

6.4.3.15 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 , %;

6.4.3.16 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 ИВК определения интервала времени (измерения текущего времени), %.

6.4.3.17 Результаты испытаний считаются положительными, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (2) не превышают:

- $\pm 2,0$ % для УУ СНГ на КС, УУ СНГ на ФНД, УУ СНГ на ФВД, УУ СНГ на ГФУ;
- $\pm 2,5$ % для УУ СНГ на котельную, УУ СНГ на печи, УУ СНГ на ФС..

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». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или паспорт.

7.3. При отрицательных результатах поверки систему измерений не допускают к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

Приложение А
(обязательное)

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

Наименование СИ	Нормативный документ
Расходомер газа ультразвуковой Flowsic 100	МП 43980-10 «Инструкция. ГСИ. Расходомеры газа ультразвуковые Flowsic 100. Методика поверки», утвержденный ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» в марте 2010 г., с изменением № 1 от 18.03.2015 г. и изменением №2 от 10.11.2015 г.
Счетчик газа КТМ100 РУС	МП 0239-13-2015 «Инструкция. ГСИ. Счетчики газа КТМ100 РУС. Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИР» 25 января 2015 г.
Расходомер вихревой Prowirl	МП 15202-14 «ГСИ. Расходомеры вихревые Prowirl. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИМС» в июне 2014 г.
Датчик давления Метран-150ТА	МП 4212-012-2013 «Датчики давления Метран-150. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в ноябре 2013 г.
Термопреобразователь унифицированным выходным сигналом Метран-270	с Раздел 3.4 Руководства по эксплуатации 271.01.00.000 РЭ, утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в сентябрь 2011 г.
Термопреобразователь унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820	с «Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом ТСПУ 902820. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в январе 2006 г.
Термопреобразователь унифицированным выходным сигналом ТСМУ	с Раздел 2.5 «Методики поверки» руководства по эксплуатации 2.821.071 РЭ
Комплекс измерительно-вычислительный «ОКТОПУС-Л»	МП 0177-2-2014 «Инструкция. ГСИ. Комплексы измерительно-вычислительные «ОКТОПУС-Л» («ОСТОПУС-Л»). Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИР» 09 сентября 2014 г.