

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»



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
по развитию ВНИИР – филиал  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.  
Менделеева»

А.С. Тайбинский

7 февраля 2020 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПАРАМЕТРОВ СВОБОДНОГО НЕФТЯНОГО  
ГАЗА, ПОСТУПАЮЩЕГО НА ДЕЖУРНЫЕ ГОРЕЛКИ ФАКЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДНС-6  
КЛЮЧЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Методика поверки

МП 1087-13-2020

Зам. начальника отдела НИО-13

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

г. Казань  
2020

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,  
ООО «НПП ОЗНА-Инжиниринг»

УТВЕРЖДЕНА

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

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества и параметров свободного нефтяного газа, поступающего на дежурные горелки факельной установки ДНС-6 Ключевого месторождения (далее - СИКГ), и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

Если очередной срок поверки средств измерений (далее – СИ) из состава СИКГ наступает до очередного срока поверки СИКГ, поверяется только это СИ, при этом поверку СИКГ не проводят.

Методика поверки разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки СИ. Основные положения».

Интервал между поверками – 2 года.

СИ, входящие в состав СИКГ, и имеющие иной интервал между поверками, проходят поверку в соответствии с документами на методику поверки данных СИ, представленными в приложении А.

## 1. Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| № п/п | Наименование операции   | Номер пункта инструкции | Проведение операции при |                       |
|-------|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
|       |   |                         | первичной поверке       | периодической поверке |
| 1     | Внешний осмотр  | 6.1                     | +                       | +                     |
| 2     | Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ  | 6.2                     | +                       | +                     |
| 3     | Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКГ  | 6.3                     | +                       | +                     |
| 4     | Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям | 6.3.1                   | +                       | +                     |
| 5     | Подтверждение соответствия программного обеспечения СИКГ  | 6.4                     | +                       | +                     |
| 6     | Оформление результатов поверки  | 7                       | +                       | +                     |

## 2. Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие эталонные и вспомогательные средства:

- рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2 разряда в диапазоне значений от 0 до 25 мА в соответствии с Приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 (далее – эталон);

- калибратор многофункциональный МС5-R, диапазон измерений 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;

- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7/1, 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  $\pm 2,0\%$ , регистрационный № 15500-12;

- барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы основной абсолютной погрешности  $\pm 0,2$  кПа, регистрационный № 5738-76;

- СИ в соответствии с документами на поверку СИ, входящих в состав СИКГ;

2.2 Применяемые при поверке СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или нести на себе знак поверки.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

### 3. Требования безопасности

3.1 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».

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 Поверка СИКГ осуществляется в условиях эксплуатации.

4.2 При проведении поверки соблюдают условия в соответствии с требованиями документов на методики поверки СИ, входящих в состав СИКГ.

4.3 Условия проведения поверки должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

| Наименование характеристики   | Значение                              |
|---|---------------------------------------|
| Измеряемая среда  | свободный нефтяной газ                |
| Температура окружающего воздуха, °С   | от -57 до +37                         |
| Температура окружающего воздуха в месте установки в месте установки СИ блока измерительных линий, °С    | от +5 до +37                          |
| Температура окружающего воздуха в месте установки в месте установки СИ системы обработки информации, °С | от +5 до +40                          |
| Относительная влажность окружающего воздуха, %, не более  | 95                                    |
| Атмосферное давление, кПа   | от 84,0 до 106,7                      |
| Напряжение переменного тока, В  | $380_{-76}^{+57}$ ; $220_{-33}^{+22}$ |
| Частота переменного тока, Гц  | $50 \pm 1$                            |
| Внешнее магнитное поле (кроме земного), вибрация  | Отсутствуют                           |

## **5. Подготовка к поверке**

5.1 Подготовку к поверке проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКГ и нормативными документами на поверку СИ, входящих в состав СИКГ.

5.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке или знаки поверки применяемых в составе СИКГ 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 СИКГ следующим требованиям:

- длины прямых участков измерительных трубопроводов до и после датчика расхода газа ДРГ.М (далее – расходомер) должны 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, в том числе маркировки по взрывозащите.

### **6.2 Проверка выполнения функциональных возможностей СИКГ.**

При проверке выполнения функциональных возможностей СИКГ проверяют функционирование задействованных измерительных каналов температуры, давления, расхода. Проверку проводят путем подачи на входы вычислителя расхода УВП-280А.01 (далее – вычислитель) сигналов, имитирующих сигналы от первичных преобразователей.

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

### **6.3 Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКГ.**

Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКГ, определяют в соответствии с документами на методики поверки соответствующих СИ. Документы на методику поверки СИ, представлены в приложении А.

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

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 программного комплекса «Расходомер-ИСО». Пределы относительной погрешности принимаются равными относительной расширенной неопределенности, рассчитанной в диапазоне рабочих параметров.

Относительную погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta_{qc}$ , %, 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  $\delta_q$  – 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;

$\delta_P$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения абсолютного давления, %;

$\delta_T$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерения температуры, %;

$\delta_K$  – пределы допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости газа, %;

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

Предел допускаемой относительной погрешности определения давления рассчитывают по формуле

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

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

$\delta_{pi}$  – 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.

Вычислитель переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: датчик давления Метран-150 – барьер искрозащиты – основной вычислитель.

Для этого отключают датчик давления Метран-150 и с помощью эталона подают на вход барьера искрозащиты с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 мА это: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА. Фиксируют значение давления с дисплея вычислителя.

Значение давления  $P_i$ , задаваемое эталоном силы тока, рассчитывают по формуле

$$P_i = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (3)$$

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 эталона входного сигнала постоянного тока, МА.

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

$$\Delta P_i = P_i - P_{yi}, \quad (4)$$

где  $P_i$  – показание вычислителя в  $i$ -той реперной точке, МПа;  
 $P_{yi}$  – заданное при помощи эталона значение давления в  $i$ -той реперной точке, МПа.  
 Предел допускаемой относительной погрешности определения температуры вычисляют по формуле

$$\delta_T = \frac{100(t_a - t_n)}{273,15 + t} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\Delta y_i}{y_{ai} - y_{ni}} \right)^2}, \quad (5)$$

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;

$\Delta y_i$  – абсолютная погрешность  $i$ -го измерительного преобразователя температуры с учетом дополнительных погрешностей, °С;

$y_{ai}, y_{ni}$  – 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:

Вычислитель переводят в режим поверки измерительного канала. Проверяют передачу информации на участке линии связи: термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270-Ех – барьер искрозащиты – вычислитель.

Для этого отключают термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270-Ех и с помощью эталона подают на вход искробезопасного барьера с учетом линии связи аналоговые сигналы. Для аналогового сигнала 4-20 МА это: 4 МА, 8 МА, 12 МА, 16 МА, 20 МА. Фиксируют значение температуры с дисплея вычислителя.

Значение температуры  $T_i$ , задаваемое калибратором, рассчитывают по формуле

$$T_i = T_{\min} + \frac{T_{\max} - T_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} (I_i - I_{\min}), \quad (6)$$

где  $T_{\max}, T_{\min}$  – верхний и нижний пределы диапазона измерений давления, °С;  
 $I_{\max}, I_{\min}$  – максимальное и минимальное значения токового сигнала, соответствующие верхнему и нижнему пределам диапазона измерений давления  $T_{\max}$  и  $T_{\min}$ , МА;  
 $I_i$  – значение подаваемого от эталона входного сигнала постоянного тока, МА.

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

$$\Delta T_i = T_i - T_{yi}, \quad (7)$$

где  $T_i$  – показание вычислителя в  $i$ -той реперной точке, °С;

$T_{yi}$  – заданное при помощи эталона силы тока значение давления в  $i$ -той реперной точке, °С.

Предел допускаемой относительной погрешности при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях по измерительной линии рассчитывают по формуле

$$\delta_q = \sqrt{\delta_{q_{ПП}}^2 + \delta_{нр_{ИВК}}^2}, \quad (8)$$

где  $\delta_{q_{ПП}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности преобразователя расхода газа при измерении объемного расхода газа в рабочих условиях, %;  
 $\delta_{нр_{ИВК}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности вычислителя при преобразовании частотно-импульсных сигналов расходомера в цифровой код, %.

Относительную погрешность преобразования входных аналоговых сигналов по каналу измерения объема определяют следующим образом. Проверяют передачу информации на участке линии связи: расходомер – вычислитель. Для этого отключают расходомер, с помощью калибратора подают на вход вычислителя с учетом линии связи не менее 10000 импульсов для частот, которые соответствуют диапазону измерения объемного расхода газа в рабочих условиях расходомера и фиксируют количество импульсов, подсчитанное вычислителем.

Предел допускаемой относительной погрешности определения коэффициента сжимаемости газа определяется по формуле

$$\delta_k = \sqrt{\delta_{k_{метод}}^2 + \delta_{ИД}^2}, \quad (9)$$

где  $\delta_{k_{метод}}$  – методическая погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, %;  
 $\delta_{ИД}$  – относительная погрешность определения коэффициента сжимаемости газа, связанная с погрешностью измерения исходных данных, %.

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

$$\delta_{ИД} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(\mathcal{G}_{x_i} \times \delta x_i)^2]}, \quad (10)$$

где  $\delta x_i$  – относительная погрешность определения  $i$ -го компонента в газовой смеси, %;  
 $\mathcal{G}_{x_i}$  – коэффициенты влияния  $i$ -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости.

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

Коэффициент влияния температуры на коэффициент сжимаемости газа определяют по формуле

$$\mathcal{G}_T = \frac{\partial f}{\partial T} \times \frac{T}{f}, \quad (11)$$

Коэффициент влияния давления на коэффициент сжимаемости газа определяют по формуле

$$\mathcal{G}_P = \frac{\partial f}{\partial P} \times \frac{P}{f}, \quad (12)$$

Коэффициенты влияния  $i$ -го компонента в газовой смеси на коэффициент сжимаемости



определяются по формуле

$$\mathcal{D}x_i = \frac{\Delta K}{\Delta x_i} \times \frac{x_i}{K}, \quad (13)$$

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

Предел относительной погрешности измерений объема газа, приведенного к стандартным условиям  $\delta V_c, \%$ , определяют по формуле:

$$\delta V_c = \sqrt{\delta_{q_c}^2 + \delta_\tau^2}, \quad (14)$$

где  $\delta_{q_c}$  – относительная погрешность измерений объемного расхода газа, приведенного к стандартным условиям, %;

$\delta_\tau$  – относительная погрешность вычислителя при определении интервала времени (измерения текущего времени), %.

Результаты поверки считаются положительными, если пределы относительной погрешности измерений объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, по формуле (1) не превышают  $\pm 5,0 \%$ .

6.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) СИКГ

6.4.1 Проводится проверка заявленных идентификационных данных (признаков) ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;
- цифровой идентификатор ПО.

6.4.2 При проверке заявленных идентификационных данных (признаков) ПО должно быть установлено соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на СИКГ.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СИКГ в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКГ. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

7.2 При отрицательных результатах поверки СИКГ к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности по форме Приложения 2 документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Список нормативных документов на поверку СИ, входящих в состав СИКГ

| <b>Наименование СИ</b>   | <b>Нормативный документ</b>   |
|--|---|
| Датчик расхода газа ДРГ.М  | 311.01.00.000 МИ «Рекомендация. ГСИ. Датчики расхода газа ДРГ.М. Методика поверки» утвержденный ГЦИ СИ ФГУП ВНИИР 21 июня 2006 г. |
| Датчик давления Метран-150   | МП 4212-012-2013 «Датчики давления Метран-150. Методика поверки» утвержденный ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» 11 ноября 2013 г.      |
| Термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом Метран-270-Ех | 271.01.00.000 РЭ, раздел 3.4, утвержденному ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в сентябре 2011 г.                                       |
| Вычислитель УВП-280  | МП 208-015-2016 «Вычислители УВП-280. Методика поверки с изменением №1», утвержденный ФГУП «ВНИИМС» 20.06.2019 г.                 |