

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»



Н.И.Ханов

«20» апреля 2009 г.

Государственная система единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РОТОРНЫЕ «РУСЬ»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2550-0100-2009

нр 40623-09

Руководитель НИО ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

  
М.Б.Гуткин  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009 г.

Санкт-Петербург

2009 г.

Настоящая методика распространяется на комплексы измерительные роторные РУСЬ (далее по тексту – комплексы), которые предназначены для:

– измерений объема и расхода природного газа по ПР 50.2.019, физико-химические показатели которого отвечают ГОСТ 5542 (далее по тексту – газа), и других неагрессивных газов при стандартных условиях по ГОСТ 2939с учетом измеренных значений абсолютного давления и температуры газа (РУСЬ-01) или с учетом измерения температуры (РУСЬ-02);

Методика составлена в соответствии с требованиями РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения» и устанавливает методику проведения первичной и периодической поверок.

Поверке подвергается каждый комплекс при выпуске из производства, при эксплуатации и после ремонта.

Межповерочный интервал - 5 лет.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблицы 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Название операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Нет
2 Опробование	7.2		
2.1 Проверка функционирования	7.2.1	Да	Нет
2.2 Проверка герметичности	7.2.2	Да	Нет
3 Определение метрологических характеристик	7.3		
3.1 Определение абсолютной погрешности при измерении времени	7.3.1	Да	Нет
3.2 Определение относительной погрешности при измерении объема и расхода газа при рабочих условиях	7.3.2	Да	Да
3.3 Определение относительной погрешности при измерении абсолютного давления	7.3.3	Да	Да
3.4 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры	7.3.4	Да	Да
3.5 Определение относительной погрешности при определении коэффициента приведения к стандартным условиям	7.3.5	Да	Нет
3.6 Определение относительной погрешности при измерении объема и расхода газа, приведенного к стандартным условиям	7.3.6	Да	Да

1.2 Значения параметров комплексов указаны в эксплуатационной документации на комплексы РУСЬ. Для сокращения времени и снижения трудоемкости проверки комплексов, операции первичной поверки допускается проводить одновременно с приемо-сдаточными испытаниями. При отрицательных результатах какой-нибудь операции дальнейшие работы по поверке прекращают до выявления и устранения причин.

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень средств измерений, применяемых при поверке

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики
Барометр-анероид	Диапазон измерений от 811 до 1051 кПа, пределы допустимой погрешности $\pm 100$ Па
Калибратор абсолютного давления	Диапазон измерений давления от 0 до 700 кПа, класс точности 0,05
Комплект кабелей для поверки	—
Манометр грузопоршневой 2-го разряда	Верхний предел измерений 0,25 и 6 МПа, класс точности 0,05
Насос гидравлический	Диапазон задания давления от 0 до 6 МПа
Установка поверочная газовая для поверки счетчиков газа	Рабочая среда - воздух; диапазон измерений расходов - от 0,1 до 2500 м <sup>3</sup> /ч; относительная погрешность при измерении объема $\pm 0,3$ %.
Психрометр	Диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 % при температуре от - 10 до 40 °C
Рабочие эталоны давления грузопоршневые	Пределы измерений от 0,005 до 6,0 МПа, относительная погрешность $\pm 0,05$ %.
Магазин сопротивления Р4831	Диапазон изменений сопротивления от 0,01 до 111111,1 Ом, класс точности 0,02
Термометр ртутный	Диапазон измерений температуры от - 0 до 50 °C, цена деления 0,1 °C
Установка для проверки герметичности	Избыточное давление от 0 до 1,6 МПа
Термостат жидкостный	Диапазон измерений от - 40 до 50 °C, СКО $\pm 0,02$ °C;

2.2. Допускается применение других средств поверки с аналогичными или лучшими характеристиками, имеющие действительные свидетельства о поверке или поверительные клейма.

## 3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению проверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, изучившие эксплуатационную документацию на средства поверки и проверяемые комплексы и имеющие опыт поверки средств измерения объема, давления и расхода газа.

## 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности по ГОСТ 22261, а также правила техники безопасности, которые действуют на предприятиях (организациях), где проводят поверку и правила безопасности, указанных в эксплуатационной документации на поверочное оборудование и поверяемые комплексы.

К поверке допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II согласно «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучившие руководство по эксплуатации комплексов и правила пользования средствами поверки. Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарной безопасности, в том числе и на рабочем месте.

## 5 Условия поверки

5.1 Поверку комплексов проводят при следующих условиях:

- температура рабочей среды и окружающей среды  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность окружающей среды до 80 %;
- атмосферное давление воздуха - от 84 до 106,7 кПа (от 630 мм рт. ст. до 800 мм рт. ст.);
- изменение температуры воздуха в помещении не более чем на  $2 ^\circ\text{C}$  на протяжении 8 ч;
- предыдущей выдержке комплексов в помещении на протяжении не менее 3 ч;
- отсутствие вибраций, тряски, магнитных полей (кроме земных), которые влияют на работу комплексов.

При проведении поверки соблюдают условия, которые регламентированы эксплуатационной документацией на эталоны.

## 6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо проверить:

- наличие и работоспособность средств поверки;
- наличие действующих свидетельств или клейм на поверку (аттестацию) средств поверки;
- наличие эксплуатационной документации на поверяемые комплексы;

6.2 Подготовить к работе поверяемые комплексы и средства поверки согласно их эксплуатационной документации.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют:

– комплектность и маркировку согласно требованиям, приведенным в паспорте на комплекс;

– наличие всех предусмотренных пломб без повреждений;

– отсутствие дефектов, которые препятствуют считыванию надписей, маркировки, показов индикатора комплекса;

– отсутствие механических повреждений и дефектов, которые могут влиять на работоспособность комплекса и ухудшают его внешний вид.

Результаты поверки считать положительными, если комплектность и внешний вид комплексов отвечает требованиям эксплуатационной документации на них.

Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении А.

### 7.2 Опробование

#### 7.2.1 Проверка функционирования

С клавиатуры комплекса проверить правильность индикации значений давления и температуры.

Если на индикаторе комплекса отображаются значение давления и температуры, то результаты поверки считать положительными.

Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении А

#### 7.2.2 Проверка герметичности

Проверку герметичности комплексов проводят путем создания в комплексе избыточного давления  $1,25 P_{раб}$  с отклонением  $\pm 5\%$ . Контроль давления ведут с помощью рабочего эталона давления класса точности не хуже 3. После установления давления  $1,25 P_{раб}$  комплексы выдерживают под действием избыточного давления не менее 5 мин. Во время поверки контролируют значение давления в комплексах не менее 3 мин. Падение давления не допускается.

Результаты поверки считают положительными, если падения давления не наблюдается.

Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении А.

## 7.3 Определение метрологических характеристик

### 7.3.1 Определение абсолютной погрешности при измерении времени

Определение абсолютной погрешности при измерении времени проводят, выводя на индикаторы комплексов значения текущего времени. Фиксируют значения текущего времени ( $\tau_3$ ) (например, в 12 часов дня) по сигналу точного времени, которое передается по радиосетке. Через 2 суток фиксируют значения текущего времени ( $\tau_B$ ) на индикаторе комплексов в это же время. Определяют погрешность измерения времени комплексом за сутки ( $\Delta\tau$ ) по формуле:

$$\Delta\tau = \frac{\tau_B - \tau_3}{2} \quad (1)$$

### 7.3.2 Определение относительной погрешности при измерении объема и расхода газа при рабочих условиях

Относительную погрешность комплексов определяют путем пропускания через них объема воздуха при номинальных значениях расхода:  $Q_{\min}$ ,  $0,05Q_{\max}$ ,  $0,5Q_{\max}$  и  $Q_{\max}$ .

Установить комплекс на поверочную установку и подключить его к установке.

Коэффициент преобразования комплекса задать в соответствии со значением указанным в паспорте на комплекс. Выходной импульсный канал комплекса должен быть соединен кабелем с электрическим входом поверочной установки.

Перед определением относительных погрешностей комплексов через них необходимо пропустить объем воздуха при расходах от  $Q_{\min}$  до  $Q_{\max}$ , величина которого должна быть не меньше  $10 \text{ м}^3$ .

Определение относительной погрешности комплексов проводят путем пропуска через них объема воздуха при номинальном значении расхода:  $Q_{\min}$ ,  $0,05 \cdot Q_{\max}$ ,  $0,5 \cdot Q_{\max}$ ,  $Q_{\max}$ .

Отклонение расходов от заданного значения не должно превышать:

- минус 5 % для значения расхода  $Q_{\max}$ ;
- плюс 5 % для значений расхода  $Q_{\min}$ ,
- $\pm 5$  % для всех других значений расходов.

Рекомендованная последовательность относительной погрешности счетчиков – от  $Q_{\max}$  до  $Q_{\min}$ . В процессе определения относительной погрешности комплексов необходимо проводить измерение потерь давления и температуры в комплексах вследствие протекания воздуха по тракту. Измерение температуры и давления рекомендуется проводить перед комплексом (или в нем) и на входе рабочего эталона объема (или в нем). Относительную погрешность комплекса с учетом потерь давления и разности температур на входе комплекса и на входе рабочего эталона объема вычисляют по формуле:

$$\delta_v = \left[ \frac{V_i}{V_o} \cdot \frac{P_i}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T_i} - 1 \right] \cdot 100, \quad (2)$$

где:  $V_i$  - объем, измеренный комплексом, который поверяется  $\text{м}^3$ ;

$V_o$  - объем, измеренный эталонным средством,  $\text{м}^3$ ;

$P_o, P_i$  - значение абсолютных давлений в эталонном средстве и комплексе, соответственно, Па;

$T_o, T_i$  - значение абсолютных температур в эталонном средстве и комплексе, соответственно, К;

Объемы  $V_i, \text{м}^3$ , и  $V_o, \text{м}^3$ , вычисляют по формулам

$$V_i = N_i / S, \quad (3)$$

$$V_o = N_o / S_o, \quad (4)$$

где:  $S$  - коэффициент преобразования комплекса, имп  $/ \text{м}^3$ ;

$N_i$  - количество выходных импульсов комплекса, имп.;

$S_o$  - коэффициент преобразования рабочего эталона, имп  $/ \text{м}^3$ ;

$N_o$  - количество выходных импульсов рабочего эталона, имп.

Результаты поверки заносят в таблицу, выполненную по форме таблицы А.1.

Находят максимальное значение  $\delta V_{1\max}$  в диапазоне расходов  $Q_{\min} \leq Q < 0,05 \cdot Q_{\max}$  из результатов всех измерений и вносят его в таблицу, выполненную по форме таблицы А.1.

Находят максимальное значение  $\delta V_{2\max}$  в диапазоне расходов  $0,05 \cdot Q_{\max} \leq Q < Q_{\max}$  из результатов всех измерений и вносят его в таблицу, выполненную по форме таблицы А.1

Результат поверки считают положительными, если относительные погрешности при измерении объема и расхода при рабочих условиях во всем диапазоне расходов не превышают пределов допустимых значений.

### 7.3.3 Определение относительной погрешности при измерении абсолютного давления

Определение относительной погрешности при измерении давления газа проводят, задавая с помощью гидравлического насоса значение давления  $P_o$ , контроль которого ведут по рабочему эталону давления. Считывают показания давления с индикатора комплекса. Количество заданных значений давления  $P_o$  должна быть не менее 5, по возможности равномерно размещенных в диапазоне измерений преобразователя давления от  $P_{\min}$  к  $P_{\max}$ , но обязательно  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$ . Рекомендованный порядок задания давления - от  $P_{\min}$  к  $P_{\max}$  а затем от  $P_{\max}$  к  $P_{\min}$ . Результаты измерений заносят в таблицу по форме А.2.

По результатам измерений определяют относительную погрешность при измерении давления  $\delta P, \%$ , для каждого заданного значения давления по формуле

$$\delta P = \frac{P - P_o}{P_o} \cdot 100 \quad (5)$$

За погрешность измерений давления комплексом принять максимальное значение погрешности, полученное по результатам всех измерений.

Если относительная погрешность при измерении давления комплексом во всем диапазоне измерений преобразователя давления не превышает пределов допустимых значений, то результаты поверки считать положительными.

#### 7.3.4 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры

##### Метод 1

Термометр сопротивления (далее - термопреобразователь) опустить в термостат со стабилизированным значением температуры  $t_o$ , выбранным из диапазона измерений термопреобразователя, контроль которого вести рабочим эталоном температуры. Снять показания температуры с индикатора комплекса ( $t_k$ ).

Вычислить значение абсолютной погрешности при измерении температуры  $\Delta t$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , по формуле:

$$\Delta t = t_k - t_o \quad (6)$$

Количество заданных значений температуры  $t_o$  должно быть не менее 3, по возможности равномерно распределенных в диапазоне измерений термопреобразователя от  $t_{\min}$  до  $t_{\max}$ , но обязательно  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$ .

Результаты проверки занести в таблицу по форме А.3.1.

За абсолютную погрешность при измерении температуры термопреобразователем принять максимальное значение погрешности, полученное по результатам всех измерений.

Если максимальная абсолютная погрешность при измерении температуры комплекса не превышает пределов допустимых значений, то результаты проверки считать положительными.

##### Метод 2

Подключить магазин сопротивления к комплексу, последовательно задавая магазином сопротивления значение  $R_o$ , что соответствует заданному значению температуры  $t_o$  и считывают показания с индикатора комплексов  $t_k$ . По результатам измерений вычисляют значения  $\Delta t_k$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , для каждого заданного значения температуры по формуле.

$$\Delta t_k = t_k - t_o \quad (7)$$

Абсолютную погрешность термопреобразователя сопротивления  $\Delta t_n$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , определяют по ГОСТ 6651 в зависимости от класса термопреобразователя сопротивления. Вычисляют абсолютную погрешность измерения температуры  $\Delta t$ ,  $^{\circ}\text{C}$ , по формуле

$$\Delta t = \sqrt{\Delta t_k^2 + \Delta t_n^2} \quad (8)$$

За абсолютную погрешность при измерении температуры термопреобразователем принять максимальное значение погрешности, полученное по результатам всех измерений.

Если максимальная абсолютная погрешность при измерении температуры комплекса не превышает пределов допустимых значений, то результаты проверки считать положительными.

### 7.3.5 Определение относительной погрешности при определении коэффициента приведения к стандартным условиям

Выбрать значения давления  $P_o$  из диапазона от  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$  и значения температуры  $t_o$  из диапазона от  $t_{\min}$  до  $t_{\max}$ . Количество заданных значений температуры  $P_o$  и  $t_o$  должно быть не менее 3, по возможности равномерно распределенных в диапазонах измерений, но обязательно  $P_{\min}$ ,  $P_{\max}$  и  $t_{\min}$ ,  $t_{\max}$ .

Выбрать физико-химический состав газа и метод вычисления коэффициента сжимаемости.

Вычислить эталонное значение коэффициента приведения к стандартным условиям по формуле

$$C = \frac{p}{p_b} \cdot \frac{T_b}{T} \cdot \frac{Z_b}{Z} \quad (8)$$

где  $P_b$  -абсолютное давление при стандартных условиях (101,325 кПа);

$T_b$  – абсолютная температура при стандартных условиях ( $T=293,15$  К);

$P$  - абсолютное давление при условиях измерения ( $P_o$ );

$T$  – абсолютная температура при условиях измерения ( $t_o + 273,15$  К);

$Z_b$  - фактор сжимаемости при стандартных условиях согласно ГОСТ 30319.2;

$Z$  -фактор сжимаемости при условиях измерения, в соответствии с ГОСТ 30319.2.

Занести значения в таблицу А.4.

Ввести в память комплекса выбранный физико-химический состав газа метод вычисления коэффициента сжимаемости.

Ввести в память комплекса значения  $P_o$  и  $t_o$  из таблицы А4

Считать значение коэффициента приведения С с индикатора комплекса занести в таблицу А4. Вычислить относительную погрешность при вычислении коэффициента приведения к стандартным условиям для выбранного метода расчета коэффициента

сжимаемости газа  $\delta C$ , %, по формуле

$$\delta C = \frac{C - C_0}{C_0} \cdot 100 \quad (10)$$

Результаты поверки заносят в таблицу по форме А.4. . Находят максимальное значение  $\delta C_{\max}$  из результатов всех измерений и заносят его в таблицу.

Если относительная погрешность при вычислении коэффициента приведения к стандартным условиям не превышает пределов допустимых значений, то результаты поверки считать положительными.

### 7.3.6 Определение относительной погрешности при измерении объема газа, приведенного к стандартным условиям

Определение относительной погрешности при измерении объема проводить путем вычисления  $\delta_{VC}$ , %, для диапазонов расходов  $Q_{\min} \leq Q < 0,05 \cdot Q_{\max}$  и  $0,05 \cdot Q_{\max} \leq Q < Q_{\max}$ , отдельно, по формуле:

$$\delta_{VC} = \sqrt{\delta V_{\max}^2 + \delta P_{\max}^2 + \left( \frac{\Delta t}{273,15} \cdot 100 \right)^2 + \delta C_{\max}^2}, \quad (11)$$

где:  $\delta V_{\max}$  - максимальная относительная погрешность при измерении объема газа при рабочих условиях, которая определена при поверке по п. 7.3.2, %;

$\delta P_{\max}$  - максимальная относительная погрешность при измерении абсолютного давления, которая определена при поверке по п. 7.3.3, %;

$\Delta t_{\max}$  - максимальная абсолютная погрешность при измерении температуры, которая определена при поверке по п. 7.3.4, %;

$\delta C_{\max}$  - максимальная относительная погрешность при определении коэффициента приведения к стандартным условиям, которая определена при поверке по п. 7.3.5, %.

Если относительная погрешность комплексов не превышает пределов допустимых значений, то результаты поверки считать положительными.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки вносят в протокол, форма которого приведена в приложении А

8.2 При положительных результатах поверки комплекс пломбируют в соответствии с требованиями конструкторской документации и признают годным к эксплуатации, о чем делают запись в паспорте на комплекс с указанием даты поверки. Запись заверяют подписью

поверителя и наносят поверительное клеймо в соответствии с ПР 50.2.007

8.3 При отрицательных результатах поверки комплексы к применению не допускают и выдают справку о непригодности комплекса с указанием причин.

После ремонта комплекс повторно подвергают поверке.

(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки комплексов****ПРОТОКОЛ №** \_\_\_\_\_

Заводской номер \_\_\_\_\_

(наименование изделия)

(предприятие-изготовитель)

**Внешние условия** \_\_\_\_\_**Рабочие эталоны** \_\_\_\_\_**1 Результаты внешнего осмотра** \_\_\_\_\_**2 Результаты проверки функционирования и герметичности** \_\_\_\_\_**3 Таблица А.1 - Определение относительной погрешности при измерении объема и расхода газа при рабочих условиях**S = имп /м<sup>3</sup>

	Q, м <sup>3</sup> /ч	Рабочий эталон				Комплекс			$\delta V, \%$
		P <sub>0</sub> , кПа	t <sub>0</sub> , °C	N <sub>0</sub>	S <sub>0</sub> , имп/м <sup>3</sup>	P, кПа	t, °C	N	
Q <sub>min</sub>									
0,05 Q <sub>max</sub>									
0,5 Q <sub>max</sub>									
Q <sub>max</sub>									
Максимальное значение погрешности $\delta V_{1max}$ в диапазоне расходов $Q_{min} \leq Q < 0,05 \cdot Q_{max}$ %									
Максимальное значение погрешности $\delta V_{2max}$ в диапазоне расходов $0,05 \cdot Q_{max} \leq Q < Q_{max}$ %									

**4 Таблица А.2 - Определение относительной погрешности при измерении давления газа**

Заданное значение P <sub>0</sub> , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Измеренное значение P, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		$\delta_p, \%$	
	от P <sub>min</sub> к P <sub>max</sub>	от P <sub>max</sub> к P <sub>min</sub>	от P <sub>min</sub> к P <sub>max</sub>	от P <sub>max</sub> к P <sub>min</sub>
...	...	...	...	...
Максимальное значение погрешности -				%

**5 Таблица А.3.1 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры (метод 1)**

Тестовое значение $t_0$ , °C	Измеренное значение $t$ , °C	$\Delta t$ , °C
Максимальное значение абсолютной погрешности -		°C

**Таблица А.3.2 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры (метод 2)**

Характеристика термопреобразователя сопротивления  $W_{100}=1,3850$

Тестовое значение $t_0$ , °C	Заданное значение $R_0$ , Ом	Измеренное значение $t_K$ , °C	$\Delta t_K$ , °C	$\Delta t_n$ , °C	$\Delta t$ , °C
-25,49	900,00				
0,00	1000,00				
+25,69	1100,00				
+51,57	1200,00				
Максимальное значение абсолютной погрешности, $\Delta t_{max}$ -		°C			

**6 Таблица А.4 - Определение относительной погрешности при определении коэффициента приведения к стандартным условиям**

Метод расчета коэффициента сжимаемости \_\_\_\_\_

Плотность газа при стандартных условиях \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>

Молярное содержание CO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ %      Молярное содержание N<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ %

Заданное значение		Эталонное значение C <sub>0</sub>	Вычисленное значение C	$\delta C$ , %
температуры $t_0$ , °C	давления $P_0$ , МПа			
$t_{min}$		$P_{min}$		
$t_{cp}$		$P_{cp}$		
$t_{max}$		$P_{max}$		
Максимальное значение относительной погрешности, $\delta C_{max}$ -				%

**7 Определение относительной погрешности комплекса**
$$\delta_{VC} = \underline{\hspace{5cm}} \%$$
**ПРИГОДЕН****НЕ ПРИГОДЕН**

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_

Поверку проводил \_\_\_\_\_