СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ЗАО КИП «МЦЭ»

_____ А.В. Федоров
«__» _____ 2024 г.

«ГСИ. Манометры показывающие ТМС. Методика поверки»
МП 406132-2024

2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на манометры показывающие ТМС с выходным сигналом (далее – манометры) выпускаемые ЗАО «РОСМА» и устанавливает порядок, методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования к манометрам, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений, γ, %, не более	±1,0; ±1,5 [1)]
Вариация, |γ|, %, не более	1,0; 1,5 [1) 2)]
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности к диапазону измерений для выходного сигнала силы постоянного тока, γ, %, не более	±0,5
Вариация для выходного сигнала силы постоянного тока, |γ|, %, не более	0,5
Примечания: 1 – Указаны ряды значений характеристики. Конкретные значения погрешности и вариации показаний из приведенных рядов указываются в паспорте средства измерений. Значение погрешности в виде безразмерной величины указывается на циферблате манометра. 2 – Для манометров с пределами допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности ±1,0 %; ±1,5 %, соответственно.	

1.3 Поверка манометров по данной методике обеспечивает прослеживаемость к государственным первичным эталонам единицы давления - паскаля ГЭТ 23-2010 и единицы избыточного давления ГЭТ 43-2022 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяется метод непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений (далее – поверка)

2.1 При проведении первичной поверки и периодической поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	8	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
Оформление результатов поверки	10	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +18 до +28
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

3.2 Вибрация (тряска) не должна вызывать размах колебаний стрелки, превышающий 0,1 предела допускаемой основной погрешности манометра, если иное не установлено в нормативно-технической документации на манометр.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К поверке манометров допускаются специалисты, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений, средства поверки, настоящую методику поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Требования к количеству специалистов для выполнения данной методики поверки не предъявляются.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке средства измерений)	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 15 % до 85 % с погрешностью не более 3 %. Средства измерений температуры окружающей среды от 0 °С до +50 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °С.	Прибор комбинированный Testo 608-H1, рег. № 53505-13
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа.	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требования	Эталоны единицы давления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в диапазоне значений от минус 0,1 МПа до плюс 10 МПа в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653 «Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа».	Эталон 2 разряда, рег. № 39152-12; Эталон 3 разряда, рег. № 39152-12.
	Эталоны единицы силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в диапазоне значений от 0 до 22 мА в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. №2091 «Государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1·10-16 до 100 А».	Эталон 2 разряда, рег. № 39151-12.
	Эталоны единицы постоянного электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в диапазоне значений от 0 до 50 В в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. №1520. «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».	Эталон 3 разряда, рег. № 39151-12
	Диапазон измерений постоянного напряжения от 0,01 мВ до 1000 В Предел допускаемых значений основной погрешности ± (0,05 – 0,1) %.	Вольтметр универсальный, В7-40/1 рег. № 9985-03
	Класс точности 0,01; Сопротивление 100 Ом.	Образцовая катушка сопротивления Р331, рег. № 1162-58
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, определяемые:

— эксплуатационной документацией на поверяемые манометры и средства поверки;

— правилами техники безопасности, действующими в месте проведения поверки.

6.2 Ко всем используемым средствам поверки должен быть обеспечен свободный доступ для настройки и измерений.

6.3 К работе должны допускаться лица, имеющие необходимую квалификацию, обученные работе со средствами поверки и правилам техники безопасности.

6.4 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений манометра.

6.5 Запрещается снимать манометр с устройства для создания давления при значениях давления более 50 кПа.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре визуально проверяют:

— отсутствие механических и других повреждений и дефектов корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность прочность соединения), которые могут повлиять на его метрологические характеристики;

— наличие, полноту и качество маркировки манометра с точки зрения ее правильного восприятия;

— соответствие заводского номера манометра номеру, указанному в паспорте;

— стекло должно быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчёту показаний;

— клеммные колодки и (или) разъёмы для внешних соединений не должны иметь повреждений.

7.2 Манометры, удовлетворяющие указанным требованиям, допускают к дальнейшему проведению поверки.

7.3 Манометры, имеющие дефекты к поверке не допускаются.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Схема включения манометра для измерения выходного сигнала при проведении поверки приведена в приложении А.

8.2 При подготовке к поверке манометров выполняют следующие операции:

— проверяют соответствие условий поверки требованиям, изложенным в разделе 3 настоящей методики поверки;

— подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.3 Проверку работоспособности и герметичности проводят с помощью основных средств поверки в соответствии с таблицей 3.

8.4 Проверку герметичности манометра проводят при значении давления, равном максимальному верхнему пределу измерений, после чего источник давления отключают. Система считается герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением не наблюдают падения давления в течение последующих двух минут.

8.5 Манометр должен быть присоединен к устройству, для создания давления и находиться в положении, соответствующем обозначению, имеющемуся на манометре или указанию в документации. Если обозначение рабочего положения отсутствует, то при

поверке манометр должен быть установлен так, чтобы плоскость циферблата была вертикальна с допускаемым отклонением ±5 º (если иное не оговорено в нормативно-технической документации на манометр), а цифры и знаки должны быть расположены без наклонов.

8.6 Давление создается нейтральной средой (газом или жидкостью при отсутствии особых указаний в качестве среды, передающей давление, должны быть:

— нейтральный газ - для приборов с верхним пределом измерений до 250 кПа (2,5 кгс/см^2);

— неагрессивная жидкость плотностью от 0,8 до 1,2 кг/дм^3 - для приборов с верхним пределом измерений свыше 250 кПа (2,5 кгс/см^2).

8.7 Допускается применять для создания давления любую среду (газ или жидкость) в приборах, в которых переход с жидкой среды на газообразную и наоборот не выводит показания за пределы допускаемой основной погрешности.

8.8 Рабочие среды средств поверки должны соответствовать их документации. Допускается применение других сред, не вызывающих, коррозии деталей и узлов средств поверки, если они оговорены в техдокументации на поверяемый манометр.

8.9 Средства поверки должны обеспечивать плавное повышение и понижение давления, а также постоянство давления во время отсчета показаний и выдержке манометров под давлением, равным верхнему пределу измерений.

8.10 Если рабочей средой при поверке является жидкость, то торец штуцера манометра и торец штуцера образцового манометра или торец поршня грузопоршневого манометра должны находиться в одной горизонтальной плоскости с допускаемой погрешностью:

$$\Delta H \leq 10^{-3}\gamma\left(\frac{P_{max}}{r \cdot g}\right), \quad (1)$$

где γ - предел допускаемой основной погрешности манометра в процентах от нормирующего значения (верхнего предела измерений P_{max});

r - плотность рабочей среды;

g - ускорение свободного падения.

8.11 При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 8.9 настоящей методики в показания средств поверки или поверяемого манометра должна быть внесена поправка Δp, учитывающая влияние столба рабочей среды:

$$\Delta p = r \cdot g \cdot \Delta H, \quad (2)$$

Поправка прибавляется к показаниям средств поверки или поверяемого манометра, уровень расположения торца, которого выше.

Примечание. Допускается учитывать поправку путем установки нулевого значения после подсоединения к эталону.

8.12 Номинальное значение напряжения питания и требования к источнику питания - в соответствии с технической документацией на манометр.

8.13 Сопротивление нагрузки при поверке манометров должно быть 500 Ом.

8.14 Манометр должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в п. 3.1 не менее:

— 12 часов – при разнице температуры воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится прибор, более 10 °С;

— 1 час – при разнице температуры воздуха в помещении для поверки и местом,

откуда вносится прибор, от 1 °С до 10 °С;

— при разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка положения стрелки у нулевой отметки шкалы.

9.1.1 Стрелка манометра должна при отсутствии давления располагаться на нулевой отметке шкалы с отклонением не более предела допускаемой основной погрешности, если иное не оговорено в документации на манометр.

9.1.2 У манометров, имеющих упор, стрелка должна быть на упоре. Допускается отклонение стрелки от упора на значение, не превышающее предела допускаемой основной погрешности.

9.2 Определение основной погрешности и вариации

9.2.1 Основную погрешность определяют следующими способами:

1) заданное действительное давление устанавливают по образцовому прибору, а показания отсчитывают по поверяемому манометру;

2) стрелку поверяемого манометра устанавливают на проверяемую отметку, а действительное значение отсчитывают по образцовому прибору.

Основную абсолютную погрешности манометра необходимо определять, как разность между показаниями манометра и действительным значением давления, определяемого по средствам поверки.

9.2.2 Выбор средств поверки осуществляет метрологическая служба предприятия, исходя из технико-экономических расчетов и технических возможностей с учётом критериев достоверности поверки, по таблице Б.1 (приложение Б).

9.2.3 При выборе средств поверки для определения погрешности манометров должно быть соблюдено следующее условие:

$$\frac{\Delta_0}{D} \times 100 \leq a_r \cdot \gamma, \tag{3}$$

где Δ_0 - предел допускаемой абсолютной погрешности средства поверки на проверяемых отметках шкалы;

D - диапазон показаний поверяемого манометра;

α_r - отношение предела допускаемого значения погрешности средства поверки, применяемого при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности манометра (для государственной и арбитражной поверки α_r не должно превышать 0,25);

γ - предел допускаемой основной погрешности манометра в процентах от нормированного значения.

Значения Δ_0 и D должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

9.2.4 Погрешность при поверке манометров, выпускаемых из производства или ремонта, не должна превышать $0{,}8 \cdot \gamma$, а при поверке манометров, находящихся в эксплуатации - γ.

9.2.5 Основную приведенную погрешность манометра определяют при значении измеряемого давления при приближении к нему как стороны меньших, так и со стороны больших значений (при прямом и обратном ходе) методом сличения показаний манометра с эталоном.

9.2.6 Отсчет показаний манометров проводят на равномерно заданных отметках

диапазона.

9.2.7 Число проверяемых, точек шкалы манометров должно быть не менее 5 и включать нижнее и верхнее предельное значение давления.

Для мановакуумметров в число поверяемых точек должна входить отметка, соответствующая нулевому значению давления.

Число проверяемых точек мановакуумметров отдельно для манометрической и вакуумметрической части диапазона измерений распределяется пропорционально длине соответствующей части шкалы.

При поверке мановакуумметров класса точности 1,5 с верхним пределом измерений избыточного давления более 0,5 МПа, класса точности 1,0 более 0,9 МПа показания по вакуумметрической части шкалы не отсчитывают, а только проверяют движение стрелки в сторону этой части шкалы при сообщении прибору вакуумметрического давления.

9.2.8 При поверке давление плавно повышают и проводят отсчитывание показаний. Затем манометр выдерживают в течение 5 мин. под давлением, равном верхнему пределу измерений. После чего давление плавно понижают и проводят отсчитывание показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления. Скорость изменения давления не должна превышать 10 % диапазона показаний в секунду.

9.2.9 Движение стрелки должно происходить плавно, без заеданий и скачков. Стрелка не должна касаться циферблата и стекла. Допускаются заедания и скачки, величина которых не должна превышать значений, оговоренных в нормативно-технической документации. Невозвращение стрелки к нулевой отметке не должно превышать значения предела допускаемой основной погрешности.

9.2.10 Результаты считают положительными, если полученные значения (по формуле (4) основной приведенной погрешности измерений не превышают соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

9.2.11 Основную приведенную погрешность показаний измеренного давления (γ) вычисляют по формуле:

$$\gamma = \frac{\mathrm{P_{инд}} - \mathrm{P_э}}{\mathrm{P_д}} \times 100, \qquad (4)$$

где Pинд – значение давления, поверяемого манометра;

Pэ – значение давления, установленное на эталоне;

Pд – диапазон измерений поверяемого манометра.

9.2.12 Вариацию показаний определяют, как разность между значениями показаний манометра, соответствующую одному и тому же значению измеряемого давления, полученного при прямом и обратном ходе для каждой проверяемой точки, кроме значений, соответствующих верхнему и нижнему, пределам измерении, вычисляют по формулам:

а) при поверке по способу 1:

$$\mathrm{B} = \frac{N_2 - N_1}{D} \times 100, \qquad (5)$$

б) при поверке по способу 2:

$$\mathrm{B} = \frac{N_{02} - N_{01}}{D} \times 100, \qquad (6)$$

где N_1 и N_{01} - показания поверяемого манометра и средства поверки соответственно при повышении давления (прямой ход);

N_2 и N_{02} - показания поверяемого манометра и средства поверки соответственно при понижении давления (обратный ход);

N и D должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

Перед поверкой при обратном ходе манометр выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

Допускается выдержку манометр давления-разрежения проводить только на верхнем пределе измерений избыточного давления.

Вариация не должна превышать предела допускаемой основной погрешности, если иное не оговорено в документации на манометр.

9.2.13 Результат определения основной погрешности считают положительным, если максимальное значение равно или находится в пределах указанных классов точности, а вариация показаний не превышает пределов допускаемой приведенной погрешности манометра.

9.3 Определение основной приведенной погрешности и вариации выходного сигнала

9.3.1 При поверке манометров дополнительно по другому рабочему эталону измеряют соответствующее значение выходного сигнала (тока или падения напряжения на эталонном сопротивлении).

9.3.2 Значение основной приведенной погрешности выходного сигнала прибора (γ_C) в процентах вычисляют по формулам:

$$\gamma_C = \frac{\Delta_C}{I_m - I_0} \times 100, \quad (7)$$

$$\gamma_C = \frac{\Delta_C}{U_m - U_0} \times 100, \quad (8)$$

где: Δ_C - абсолютная погрешность выходного сигнала в каждой поверяемой точке;

I_m, I_0 - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала манометра, мА;

U_m, U_0 - соответственно верхнее и нижнее предельные значения падения напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В.

9.3.3 Пределы основной приведенной погрешности манометра, выраженной в % от диапазона показаний, по модулю равны максимальному значению γ в любой поверяемой точке.

9.3.4 Вариацию выходного сигнала определяют при каждом проверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нижнему и верхнему пределам измерений, по показаниям, полученным при определении основной погрешности.

9.3.5 Вариацию выходного сигнала (γ_r) в процентах нормирующего значения вычисляют по формулам:

$$\gamma_r = \left|\frac{I_2 - I_1}{I_m - I_0}\right| \times 100, \quad (9)$$

$$\gamma_r = \left|\frac{U_2 - U_1}{U_m - U_0}\right| \times 100, \quad (10)$$

где: I_1, I_2 - действительные значения выходного сигнала на одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

U_1, U_2 - действительные значения выходного сигнала на одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на образцовом сопротивлении, соответственно при прямом и обратном ходе, мВ или В.

9.3.6 При снижении давления до нуля после поверки показания должны соответствовать нулевому значению с отклонением, не превышающем предела допускаемой основной погрешности.

9.3.7 Значения вариации γ_r, полученные по формулам (9, 10), не должны превышать предела ее допускаемого значения.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки манометров в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

10.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки манометров удостоверяются знаком поверки и(или), свидетельством о поверке, и(или) записью в паспорте (формуляре), заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.

10.3 Протокол поверки оформляется по заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в произвольной форме.

10.4 Знак поверки наносится на корпус манометров, в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Обозначение возможных мест нанесения знака поверки

10.5 При отрицательных результатах поверки манометр к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

Приложение А

Схема подключения приборов для поверки



подключение манометра ТМС для измерения значений выходного сигнала падения напряжения на эталонном сопротивлении



подключение манометра ТМС для измерения значений выходного сигнала тока

Рисунок А.1 - Схема внешних соединений приборов ТМС.

ТМС – поверяемый манометр
БП – источник питания постоянного тока
R1 – резистор или магазин сопротивлений
R2 – образцовое сопротивление; образцовая катушка сопротивления
PV – цифровой вольтметр
PA – цифровой амперметр
P – измеряемый параметр

Приложение Б
(справочное)

Выбор образцовых приборов при поверке

1 Выбор средств поверки осуществляется в соответствии с МИ187-86 и МИ188-86.

2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$P_{ВАМ}$ – наибольшая вероятность ошибочно признанного годным любого в действительности дефектного экземпляра манометра;

$(\delta м)_{ВА}$ – отношение наибольшего возможного модели основной погрешности манометра, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности;

$P_Ф$ – наибольшая вероятность ошибочного признанного дефектным любого в действительности годного экземпляра манометра (фиктивный брак).

Допускаемые значения критериев достоверности поверки принимают равными:

$[P_{ВАМ}] = 0,20$ $[\delta м]_{ВА}=1,25$, если иное не установлен в документации на манометр.

3 В соответствии с принятыми критериями достоверности для однократной поверки значения $g_к$ и $\alpha_р$ приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – критерии достоверности для однократной поверки

$\alpha_р$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$g_к$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{ВАМ}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta м)_{ВА}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20
$P_Ф$	0,001	0,003	0,012	0,047	0,133
Примечание - Вероятность пропустить брак при поверке для параметров, приведённых в таблице Б.1 не превышает при любом $\alpha_р$ соответствующего значения фиктивного брака $P_Ф$.					