

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора

ФБУ «Челябинский ЦСМ»

О. Ю. Матанцева

М.п. « 28 » 03 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Манометры SPG

Методика поверки
МП-04-2020-20

г. Челябинск

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Перечень операций поверки средства измерений
3. Требования к условиям проведения поверки
4. Метрологические и технические требования к средствам поверки
5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки
6. Внешний осмотр средства измерений
7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений
8. Проверка программного обеспечения средства измерений
9. Определение метрологических характеристик средства измерений
10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям
11. Оформление результатов поверки

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на манометры SPG, выпускаемые по технической документации фирмы «Emerson Process Management, Rosemount Inc».

Манометры SPG (далее – манометры) предназначены для измерения давления абсолютного, избыточного и давления-разряжения (вакуум), обеспечивают непрерывное преобразование измеряемой величины в выходной цифровой сигнал на базе HART-протокола.

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Поверка манометров в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единицы величины от эталона 3-го разряда по Государственной поверочной схеме (ГПС) для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления ГЭТ 23-2010, а также обеспечивает передачу единицы величины от эталона 3-го разряда в соответствии с ГПС для средств измерения абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^7$ Па, что обеспечивает прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления ГЭТ 101-2011.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке манометров с верхними пределами измерений, не превышающими 2,5 МПа, и жидкость при поверке манометров с верхними пределами измерений более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке манометров с верхними пределами измерений от 0,4 до 2,5 МПа при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки. Допускается использовать воздух или нейтральный газ при поверке манометров с верхними пределами измерений более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности.

3.2 При поверке манометров в диапазоне избыточного давления-разрежения значение измеряемой величины допускается устанавливать, подавая с противоположной стороны чув-

ствительного элемента манометра соответствующее значение избыточного давления, если это предусмотрено конструкцией манометра.

3.3 Допускается проведение поверки манометров на месте эксплуатации при соблюдении требований п. 3.1.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средства поверки и вспомогательное оборудование	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала	Калибраторы, преобразователи давления 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.06.2018 № 1339	Диапазон измерений от 0 до +68,95 МПа, класс точности 0,1 и ниже	Калибратор давления пневматический Метран-505 Воздух-I (рег. № 42701-09); Калибратор давления пневматический Метран-504 Воздух-II (рег. № 31057-09); Эталоны 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.06.2018 № 1339
	Вакуумметры грузопоршневые, калибраторы и преобразователи давления 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.06.2018 № 1339	Диапазон измерений от -0,1 до 0 МПа, класс точности 0,1 и ниже	Калибраторы давления Метран-520 (рег. № 54880-13) с модулями давления эталонными Метран-518 (рег. № 39152-12); Эталоны 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.06.2018 № 1339
	Калибраторы абсолютного давления, манометры цифровые и преобразователи абсолютного давления измерительные 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900	Диапазон измерений от 0 до +68,95 МПа, класс точности 0,1 и ниже	Калибраторы давления Метран-520 (рег. № 54880-13) с модулями давления эталонными Метран-518 (рег. № 39152-12); Эталоны 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 29.06.2018 № 1339; Эталоны 3 разряда и выше по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900

Продолжение таблицы 2

Операция поверки	Средства поверки и вспомогательное оборудование	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Преобразователь сигналов HART в сигналы интерфейса RS232 для связи манометра с персональным компьютером через его стандартный последовательный порт.		Модем HART/RS232
	Устройство для связи с манометром по цифровому каналу и для обмена данными по HART-протоколу.		Портативный HART-коммуникатор «Метран-650» Коммуникатор Тгех или коммуникатор 475
	Компьютер под управлением Windows XP и выше. Наличие USB порта		Персональный компьютер
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха от +10 °С до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13) и др.
	Средство измерений влажности	Измерение относительной влажности окружающего воздуха от 10 % до 95 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ± 10 %	
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение атмосферного давления от 80 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа	

4.2. Допускается применение других средств поверки, отличающихся от указанных в таблице 2, обеспечивающих определение метрологических характеристик манометра SPG с требуемой точностью (при передаче единицы величины от эталонов единиц величин средствам измерений соотношение пределов допускаемой абсолютной погрешности при одном и том же значении давления не должно превышать 1:3).

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают общие требования безопасности при работе с манометрами (см. ГОСТ 22520-85), а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в технической документации на эти средства.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре манометра устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие на корпусе манометра таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки манометров выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают манометр не менее 3 ч при температуре, указанной в 3.1, если иное не указано в технической документации на манометр;
- выдерживают манометр не менее 1 мин при включенном питании, если иное не указано в технической документации на манометр;
- устанавливают манометр в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;
- проверяют наличие действующих результатов проверки системы, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины, на герметичность. Рекомендуется проведение проверки на герметичность в соответствии с 7.1.1 – 7.1.4 данной методики поверки.

7.1.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки манометров с пределами измерений в области избыточного давления, проводят при давлении, равном верхнему пределу измерений избыточного давления.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки манометров для измерения разрежения со значением 0,1 МПа, проводят при разрежении, равном 0,090 – 0,095 МПа.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки манометров абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят в соответствии с 7.1.3.

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки остальных манометров, проводят при значениях давления, равных верхнему пределу измерений поверяемого манометра.

7.1.2 При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки манометров, указанных в 7.1.1, на место поверяемого манометра устанавливают заведомо герметичный манометр или любое другое средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих требованиям 7.1.1, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Далее в системе создают давление, установившееся значение которого соответствует требованиям 7.1.1, после чего отключают источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после 3-х минут выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений манометров, не наблюдают падения давления в течение последующих 2 минут. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

7.1.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки манометров абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят следующим образом, если иное не указано в технической документации.

Устанавливают в системе заведомо герметичный манометр или любое другое средство измерений абсолютного давления, отвечающее требованиям к СИ в соответствии с п.7.1.2. Создают в системе абсолютное давление не более 0,07 кПа и поддерживают его в течение 2 – 3 минут, после чего отключают устройство, создающее абсолютное давление, и эталон при необходимости (например, отключают колонки грузопоршневого манометра).

После выдержки системы в течение 1 мин, изменение давления не должно превышать 0,5% верхнего предела измерений поверяемого манометра.

7.1.4 Если система предназначена для поверки манометров с разными верхними пределами измерений, проверку герметичности рекомендуется проводить при давлении, соответствующему наибольшему из этих значений.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность манометра, функционирование устройства корректора «нуля» (если это предусмотрено конструкцией манометра).

7.2.2 Работоспособность манометра проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельного значения. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации.

Для моделей манометров, предназначенных для измерения давления-разрежения, работоспособность проверяют только при избыточном давлении.

Для манометров разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа работоспособность проверяют при изменении разрежения до значения 0,9 атмосферного давления.

Допускается проверку работоспособности совмещать с определением метрологических характеристик.

7.2.3 Функционирование корректора «нуля» проверяют, задав одно (любое) значение измеряемого давления в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации. Воздействуя на корректор «нуля», проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе в манометр корректором «нуля» вновь устанавливают выходной сигнал в соответствие с исходными значениями.

7.2.4 Проверку герметичности манометра рекомендуется совмещать с операцией определения его основной погрешности.

Методика проверки герметичности манометра аналогична методике проверки герметичности системы (7.1.1 – 7.1.4), но имеет следующие особенности:

- изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний индикатора поверяемого манометра, включенного в систему (7.1.2);
- в случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым манометром следует отдельно проверить герметичность системы и манометр.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 В качестве идентификатора программного обеспечения (ПО) принимают версию программного обеспечения.

Методика заключается в проверке номера версии ПО манометра по HART-протоколу. Подробное меню манометра с указанием пункта о версии ПО представлено в технической документации на манометр.

8.2 Манометр считают прошедшими поверку с положительным результатом, если версия ПО соответствует значению, указанному в описании типа на манометр.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение основной погрешности

По эталонному оборудованию на входе манометра устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (давления) и считывают соответствующие значение с индикатора манометра и по цифровому выходному сигналу.

Основная погрешность определяется не менее, чем при 5-ти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерения. Основная погрешность определяется при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших значений к меньшим (при прямом и обратном ходе). Измерение разрежения со значением 0,1 МПа, допускается проводить при разрежении, равном 0,09 – 0,10 МПа.

Эталоны включают в схему в соответствии с их руководством по эксплуатации.

Основную погрешность манометра, выраженную в % от диапазона измерений, определяют по формуле (1):

$$\delta = \frac{P - P_p}{(P_v - P_n)} \cdot 100 \quad (1)$$

где δ - основная погрешность, вычисленная при прямом и обратном ходе, %;

P - действительное значение давления, соответствующее заданному номинальному значению измеряемой величины при прямом и обратном ходе, МПа;

P_p - расчетное значение давления, МПа

P_v, P_n - соответственно верхнее и нижнее предельные значения давления, МПа;

$(P_v - P_n)$ - диапазон измерений давления, МПа.

Определение основной погрешности манометров абсолютного давления допускается проводить с использованием эталонов избыточного давления.

В этом случае поверку выполняют при подаче избыточного давления либо разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят испытание.

Расчетные значения давления манометров с линейно возрастающей функцией преобразования определяют, по формуле (2):

$$P_p = P_n + (P_v - P_n) \frac{P_6 + P_{(\pm)}}{P_{m(a)}} \quad (2)$$

где P_6 - атмосферное давление в помещении, где проводят испытание, МПа;

$P_{m(a)}$ - верхний предел измерений манометров абсолютного давления, МПа;

$P_{(+)}$ - избыточное давление, подаваемое в манометр, МПа;

$P_{(-)}$ - разрежение, создаваемое в манометре, МПа. Значения разрежения подставляют в формулу со знаком минус.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения, подаваемые в манометр, вычисляют по формулам (3) и (4):

$$P_{(+)} = P_a - P_6 \quad (3)$$

$$P_{(-)} = P_6 - P_a \quad (4)$$

Здесь P_a - номинальное значение абсолютного давления - входная величина манометра, МПа.

Вблизи нуля абсолютного давления манометр проверяют, создавая на его входе разрежение в пределах $(0,90 - 0,95) P_6$.

Расчетные значения при атмосферном давлении на входе манометра абсолютного давления определяют по формуле (5):

$$P_p = P_n + (P_v - P_n) \frac{P_6}{P_m(a)} \quad (5)$$

Расчетные значения определяют по формуле (6):

$$P_p = P_6 + P_{(\pm)} \quad (6)$$

9.2 Определение вариации выходного сигнала

Определение вариации выходного сигнала совмещается с операцией определения основной погрешности.

Вариацию выходного сигнала определяют как наибольшую разность между значениями выходного сигнала, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины, полученными при приближении к нему от меньших значений к большим и от больших к меньшим. Вариацию выходного сигнала определяют при каждом испытываемом значении измеряемой величины, кроме значения, соответствующего верхнему пределу измерения. Вариацию выходного сигнала, выраженную в % от диапазона изменения выходного сигнала, определяют по формуле (7):

$$\gamma = \left| \frac{P_{п.х.} - P_{о.х.}}{P_v - P_n} \right| \cdot 100 \quad (7)$$

где P_v, P_n - тоже, что и в п. 9.1

$P_{п.х.}, P_{о.х.}$ - значения выходного сигнала, полученные экспериментально при одном и том же номинальном значении входной измеряемой величины при прямом и обратном ходе соответственно, МПа.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Манометры считаются годными, если основная приведенная погрешность не превышает $\pm 0,5\%$ по цифровому выходному сигналу и $\pm 1,5\%$ по индикатору.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.2 При отрицательных результатах поверки манометр к эксплуатации не допускается и в соответствии с Приказом № 2510 Минпромторга России от 31 июля 2020 г. по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности.