

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

июля 2019 г.

Преобразователи давления измерительные ОРТИВАР

Методика поверки
МП 202-013-2019

Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные OPTIBAR, изготавливаемые фирмой KROHNE Pressure Solutions GmbH, Германия.

Преобразователи давления измерительные OPTIBAR предназначены для непрерывного преобразования значений измеряемого параметра – избыточного, абсолютного давления, а также разности давлений газа, жидкости или пара и параметров, определяемых по разности давлений (уровня, раздела фаз, плотности и, в сочетании с сужающим устройством, расхода), а также статического давления измеряемой среды, с преобразованием значений измеряемого параметра в унифицированный электрический аналоговый и (или) цифровой выходной сигнал. Рекомендация устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) поверок преобразователей.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции:

Внешний осмотр - п.5.1.

Опробование - п.5.2.

Проверка идентификационных данных программного обеспечения – 5.3.

Определение основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности преобразователей давления измерительных - п.5.4.

Определение вариации выходного сигнала преобразователей давления измерительных - п.5.5.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки преобразователей давления измерительных применяют средства поверки и вспомогательные устройства, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование средства поверки	Основные метрологические и технические характеристики средств поверки
Манометр абсолютного давления МПАК-15	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 6,65$ Па в диапазоне 0,133 – 13,3 кПа; $\pm 13,3$ Па в диапазоне 13,3 – 133 кПа; $\pm 0,01$ % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне 133 – 400 кПа
Манометр грузопоршневой МП-2,5	Верхний предел измерений 0,25 МПа, нижний предел измерений 0 МПа. Пределы допускаемой основной погрешности, %: $\pm 0,005$ %; $\pm 0,01$ % от измеряемого давления (при давлениях от 10 до 100 % от верхнего предела измерений); $\pm 0,005$ %; $\pm 0,01$ % от 0,1 верхнего предела измерений (при давлениях ниже 10 % от верхнего предела измерений)
Мановакууметр грузопоршневой МВП-2,5 по ГОСТ 8291-83	при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) от 0 до 0,01 МПа (от 0 до 0,1 кгс/см ²): ± 5 Па ($\pm 0,00005$ кгс/см ²) ± 2 Па ($\pm 0,00002$ кгс/см ²) при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/см ²): $\pm 0,05$ % от измеряемой величины; $\pm 0,02$ % от измеряемой величины
Манометр грузопоршневой МП-6	Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-60	Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ % от измеряемого давления

МП-60	$\pm 0,005$ % от измеряемого давления
Манометр грузопоршневой МП-600	Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: $\pm 0,005$ %; $\pm 0,01$ % от измеряемого давления
Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R)	Пределы допускаемой основной погрешности: $\pm(0,01$ % показания $+1$ мкА) в диапазоне ± 25 мА, $R_{вх} < 10$ МОм. $\pm(0,01$ % показания $+1$ мкА) в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{нагр} \leq 1140$ Ом (20 мА), 450 Ом (50 мА). $\pm(0,006$ % показания $+0,25$ мВ) в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{вх} > 2$ МОм. $\pm(0,007$ % показания $+0,1$ мВ) в диапазоне от -3 до 10/24 В при $I_{макс} = 5$ мА.
Задатчик разрежения Метран-503 Воздух	Класс точности 0,02
Калибраторы давления пневматические МЕТРАН-504 Воздух-I	Класс точности 0,01; 0,015; 0,02. Диапазон воспроизводимого давления $3 \leq P_n \leq 400$ кПа.
Автоматизированный здатчик избыточного давления "Воздух- 1600"	Пределы измерений: от 0,010 до 16000 кПа Пределы допускаемой основной относительной погрешности: $\pm 0,02$ %; $\pm 0,005$ % (в зав. от модели);
Автоматизированный здатчик избыточного давления "Воздух- 1,6"	Верхние пределы измерений от 1 до 160 кПа; пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02$ %; $\pm 0,005$ %;
Автоматизированный здатчик избыточного давления "Воздух- 2,5"	Верхние пределы измерений от 25 до 250 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02$ %; $\pm 0,005$ %;
Автоматизированный здатчик избыточного давления "Воздух-6,3"	Верхние пределы измерений от 63 до 630 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02$ %;
Барометр образцовый переносной БОП-1М	Пределы допускаемой погрешности - абсолютной ± 10 кПа в диапазоне 0,5 – 110 кПа; - относительной $\pm 0,01$ % в диапазоне 110 – 280 кПа.
Вакууметр теплоэлектрический ВТБ-1	Пределы измерений: 0,002...750 мм рт. ст.
Образцовая катушка сопротивления Р 331	Класс точности 0,005. Сопротивление 100 Ом
Магазин сопротивлений Р 33 по ГОСТ 23737-79	Класс точности 0,2. Сопротивление до 99 999,9 Ом
Магазин сопротивлений Р 4831	Класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$ Сопротивление до 111 111,1 Ом
Цифровой вольтметр Щ 1516	Класс точности 0,015. Верхний предел измерений 5 В
Потенциометр постоянного тока Р 363-1	Класс точности 0,001. Верхний предел измерений 2,121111 В
Вольтметр универсальный Щ31	Предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,015$ %
Источник постоянного тока Б5-8	Наибольшее значение напряжения 50 В. Допускаемые отклонения: $\pm 0,5$ % от установленного значения
Термометр ртутный стеклянный	Предел измерений 0 – 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С.

лабораторный по ГОСТ 28498-90	Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С
Манометр МТИ и вакуумметр ВТИ для точных измерений. Разделительный сосуд. Стальной баллон малой и средней емкости по ГОСТ 949-73 с газообразным техническим азотом по ГОСТ 9293-74	Классы точности 0,6 и 1. Пределы измерений от 0...0,1 до 0...160 МПа
Газовый баллонный редуктор по ГОСТ 6268-78	
Запорные игольчатые вентили по ГОСТ 23230-78	
Устройства периферийные FXA195, FXA291 (или аналоги)	Для подключения к преобразователям с цифровыми выходными сигналами.

2.2.1 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке. Вспомогательные средства измерений должны иметь действующее свидетельство о поверке или клеймо, удостоверяющее ее проведение.

2.2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определенные метрологические характеристики поверяемых СИ с требуемой точностью.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности по работе с приборами для измерений давления и с электроизмерительными приборами, а также требования по безопасности эксплуатации применяемых средств поверки, указанных в НТД на эти средства.

3.2. Требования эксплуатации.

3.2.1. Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений прибора.

3.2.2. Запрещается снимать прибор с устройства для создания давления при наличии давления в системе.

3.3. Работы по соединению вспомогательных устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +21 до +25 °С;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее – атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа или от 630 до 800 мм рт. ст.;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;

4.1.1. Напряжение питания постоянного тока от 9 до 45 В;

4.1.3. Преобразователи, предназначенные для применения в рабочей среде с повышенным содержанием кислорода, должны сопровождаться письменной гарантией обезжиривания, без которой их поверка запрещена. В качестве рабочей среды, передающей давление приборам для

измерения давления кислорода, рекомендуется вода или воздух. Не допускается среды, загрязненные маслом и органическими примесями.

Допускается поверять такие приборы без применения разделительной камеры. Для этого внутренние полости устройства для создания давления и эталонного прибора должны быть обезжирены и заполнены чистой водой. Обезжиривание должно быть подтверждено соответствующим документом.

Допускается вместо воды (воздуха) использовать другие жидкости (газы), взаимодействие которых с кислородом безопасно.

4.1.4. Рабочие среды эталонов должны соответствовать их документации.

4.1.5. В случае, если недопустима поверка на средах, указанных в п.п. 4.1.3 и 4.1.4, преобразователь должен поверяться с применением разделительной камеры на рабочей среде или среде, не реагирующей с рабочей средой. В этом случае погрешность, вносимая разделительной камерой, не должна превышать 0,2 предела основной допускаемой погрешности преобразователя.

4.1.6. Если рабочий средой при поверке является жидкость, то торец штуцера преобразователя и торец штуцера эталонного деформационного манометра или торец поршня грузопоршневого манометра должны находиться в одной горизонтальной плоскости с допускаемой погрешностью:

$$\Delta H \leq 10^{-3} \gamma \frac{P_{\max}}{\rho g}$$

где: γ – предел допускаемой основной погрешности преобразователя в процентах от нормирующего значения (верхнего предела измерений P_{\max});

ρ – плотность рабочей среды;

g – ускорение свободного падения в месте поверки.

4.1.7. При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 4.1.6, в показания эталона (или поверяемого прибора) должна быть внесена поправка, учитывающая влияние столба рабочей среды:

$$\Delta P = \rho g \Delta H$$

Поправка прибавляется к показаниям того прибора, уровень расположения торца которого выше.

Примечание: Допускается учитывать поправку путем установки нулевого значения после подсоединения к эталону. При этом после окончания поверки нулевое значение следует установить при атмосферном давлении.

4.1.8. Преобразователи, представленные на поверку в комплекте с разделительными устройствами, поверяются с учетом дополнительной погрешности разделителя и правил установки, предусмотренных нормативно-технической документацией на эти комплекты.

4.1.9. Колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу преобразователя, должны отсутствовать.

4.1.10. Пульсация напряжения не должна превышать $\pm 0,5\%$ значения напряжения питания.

4.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- преобразователь должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в пункте 4.1, не менее:

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

1 ч – при разнице температур воздуха в помещении для поверки и местом, откуда вносится прибор, от 1 до 10 °С.

При разнице указанных температур менее 1 °С выдержка не требуется.

- выдержка преобразователя перед началом испытаний после включения питания должна быть не менее 0,5 ч;

- система, состоящая из соединительных линий, эталона и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемого параметра должна быть проверена на герметичность в соответствии с пп.4.2.1 - 4.2.4.

4.2.1. Проверка герметичности системы для поверки преобразователей давления, разрежения с верхними пределами измерений менее 100 кПа, абсолютного давления с верхними пределами измерения более 0,2 МПа проводится при значениях давления или разрежения, равных верхнему пределу измерений поверяемого преобразователя.

Проверку герметичности системы для поверки преобразователей давления-разрежения проводят при давлении, равном верхнему пределу измерений избыточного давления.

Проверку герметичности системы для поверки преобразователей разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа проводят при разрежении, равном 0,9 - 0,95 значения атмосферного давления.

Примечание: Проверку герметичности системы для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений менее 0,2 МПа проводят по методике и при давлении по п.4.2.3.

4.2.2. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в п.4.2.1, на место поверяемого преобразователя устанавливают преобразователь, герметичность которого проверена, или любое другое средство измерений, имеющее погрешность (приведенную к значениям давления, указанным в п.4.2.1) не более 2,5% и позволяющее заметить изменение давления 0,5% заданного значения давления.

Создают давление, указанное в п.4.2.1, и отключают источник давления. Если в качестве образцового СИ применяют грузопоршневой манометр, его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 мин в ней не наблюдают падение давления (разрежения).

Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и изменением температуры измеряемой среды.

4.2.3. Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,2 МПа и менее, осуществляют следующим образом:

в системе с вакуумметром для измерений малых абсолютных давлений создают давление не более 0,07 кПа. Предварительно на место подключаемого преобразователя устанавливают средство измерений, отвечающее тем же требованиям, что и при поверке по п. 4.2.2. Поддерживают указанное давление в течение 2-3 мин. Отключают устройство, создающее абсолютное давление, и, при необходимости, образцовое СИ (колонки грузопоршневого манометра). После выдержки системы в течение 3 мин изменение давления не должно превышать 0,5% верхнего предела измерений поверяемого преобразователя.

4.2.4. Если система предназначена для поверки преобразователей с разными значениями верхних пределов измерений, проверку герметичности рекомендуют проводить при давлении (разрежении), соответствующем наибольшему из этих значений.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1. Внешний осмотр.

5.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие преобразователей давления измерительных следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения) и дисплея влияющих на эксплуатационные свойства.

- стекло и защитное покрытие дисплея должно быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчету показаний.

- соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим смещения корпуса.

- определяется наличие аналоговых электрических и цифровых показывающих выходных устройств;

- на преобразователе должна быть табличка с маркировкой содержащей: наименование модели преобразователя, серийный номер преобразователя, диапазон измерений давления, максимальное рабочее давление, виды выходного сигнала.

5.1.2. Приборы, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

5.2. Опробование.

5.2.1. При опробовании проверяют работоспособность преобразователя давления измерительного функционирование корректора нуля, (по всем выходным сигналам), герметичность преобразователя.

5.2.2. Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала на всех выходных устройствах.

Для преобразователей давления-разрежения работоспособность проверяют только при избыточном давлении, для преобразователей разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа - при изменении разрежения до значения, равного не менее чем 0,9 атмосферного давления.

5.2.3. Функционирование корректора нуля проверяют, задав одно (любое) значение измеряемого давления. Воздействуя на корректор нуля при помощи устройства индикации и настройки, проверяют наличие изменения выходного сигнала.

5.2.4. Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения основной погрешности (п.5.4.7).

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (пп.4.2.1-4.2.4) со следующими особенностями:

- изменение давления определяют по изменению выходного сигнала или показаний поверяемого преобразователя, включенного в систему.

- в случае обнаружения не герметичности системы с поверяемым преобразователем следует проверить отдельно систему и преобразователь.

5.3. Проверка идентификационных данных программного обеспечения

5.3.1. Оценку влияния программного обеспечения на метрологические характеристики средства измерения, проверку идентификации программного обеспечения и проверку защиты программного обеспечения от преднамеренных и непреднамеренных вмешательств проводят согласно рекомендации по метрологии Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения». Для этого на модуле индикации и настройки с помощью кнопки «>» в основном меню выбрать вкладку «ИНФО» затем вкладку «Версия устройства» и нажать кнопку «ОК». На экране отобразится номер версии ПО.

5.3.2. Преобразователи считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если номер версии ПО соответствует значению, указанному в соответствующем разделе Описания типа. Если данные требования не выполняются, то преобразователь считается непригодным к применению, к эксплуатации не допускается, выписывается извещение о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

5.4. Определение основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности измерений давления преобразователей.

5.4.1. Основную приведенную (от настроенного диапазона измерений) погрешность преобразователя определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе преобразователя устанавливают номинальные значения входной измеряемой величины (например, давления), а по другому эталону измеряют соответствующие значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения). При поверке преобразователя по его цифровому сигналу к выходу подключают приемное устройство, поддерживающее соответствующий цифровой коммуникационный протокол для считывания информации при установленных номинальных значениях входной измеряемой величины.

2) В обоснованных случаях по эталону устанавливают номинальные значения выходного аналогового сигнала (тока или напряжения) или устанавливают номинальные значения цифрового сигнала преобразователя, а по другому эталону измеряют соответствующие значения входной величины (например, давления).

Примечания:

2 Поверка преобразователей может производиться по одному из выходных сигналов (аналоговому или цифровому).

3 Эталоны входной величины (давления) включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

4 По заявлению заказчика преобразователь может поверяться на рабочем (настроенном) диапазоне.

5 В случае, когда преобразователь поверяется на рабочем (настроенном) диапазоне – за нормирующее значение принимают настроенный диапазон измерений. В случае, когда преобразователь поверяется в максимальном диапазоне – за нормирующее значение принимают максимальный диапазон измерений.

6 При поверке преобразователей разности давлений с приемными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значение измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру преобразователя, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

5.4.2 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$R_{\text{в.ам}}$ – наибольшая вероятность, при которой любой дефектный экземпляр преобразователя может быть ошибочно признан годным;

$(\delta_{\text{м}})_{\text{ва}}$ – отношение возможного наибольшего модуля основной погрешности экземпляра преобразователя, который может быть ошибочно признан годным, к пределу допускаемой основной погрешности.

5.4.3. Устанавливают следующие параметры поверки:

m – число поверяемых точек в диапазоне измерений, $m \geq 5$; в обоснованных случаях и при отсутствии эталонов с необходимой дискретностью воспроизведения измеряемой величины, допускается уменьшать число поверяемых точек до 4 или 3;

n – число наблюдений при экспериментальном определении значений погрешности в каждой из поверяемых точек при изменениях входной измеряемой величины от меньших значений к большим (прямой ход) и от больших значений к меньшим (обратный ход), $n = 1$. В обоснованных случаях и в соответствии с технической документацией на преобразователь допускается увеличивать число наблюдений в поверяемых точках до 3 или 5, принимая при этом среднее арифметическое значение результатов наблюдений за достоверное значение в данной точке;

$\gamma_{\text{к}}$ – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности;

$\alpha_{\text{р}}$ – отношение предела допускаемой погрешности эталонов, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя.

Значения $\gamma_{\text{к}}$ и $\alpha_{\text{р}}$ выбирают по таблице 2 (5.4.4) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.4.4 Выбор эталонов для определения основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности поверяемых преобразователей осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.5.4.2) и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Параметры и критерии достоверности поверки

$\alpha_{\text{р}}$	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
$\gamma_{\text{к}}$	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70

$P_{\text{в.ам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta M)_{\text{в.а}}$	1,14	1,18	1,24	1,22	1,20

Примечание – Таблица составлена в соответствии с критериями достоверности поверки согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значений параметров методик поверки».

Вместо использования значений таблицы, допускается γ_k рассчитывать по формуле 20 из МИ 188-86 ($\gamma_k = (\delta M)_{\text{в.а}} - \alpha_p$). При этом, для проверки условия $P_{\text{в.ам}} \leq 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$.

5.4.5. При выборе эталонов для определения погрешности поверяемого преобразователя (в каждой поверяемой точке) соблюдают следующие условия:

1) При поверке преобразователей по выходному аналоговому сигналу постоянного тока, значения которого контролируют непосредственно в мА

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_i}{I_m - I_o} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

где Δ_p – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего входную величину (давление), кПа, МПа;

P_m – настроенный диапазон измерений поверяемого преобразователя, кПа, МПа;

Δ_i – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего электрический выходной сигнал преобразователя, мА;

I_o, I_m – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала преобразователя, мА;

α_p – то же, что в 5.4.3;

γ – предел допускаемой основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности поверяемого преобразователя, %.

Основная приведенная (от настроенного диапазона измерений) погрешность преобразователя, выраженная в процентах, численно равна основной приведенной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала преобразователя с линейной функцией преобразования измеряемой величины.

2) При поверке преобразователей по выходному аналоговому сигналу постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении в мВ или В

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_u}{U_m - U_o} + \frac{\Delta_R}{R_{\text{эт}}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (2)$$

где Δ_p, P_m – то же, что в формуле (1);

Δ_u – предел допускаемой абсолютной погрешности эталона, контролирующего выходной сигнал преобразователя по падению напряжения на эталонном сопротивлении, мВ или В;

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

$R_{\text{эт}}$ – значение эталонного сопротивления, Ом;

U_m, U_o – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по следующим формулам:

$$U_m = I_m \cdot R_{\text{эт}} \quad \text{и} \quad U_o = I_o \cdot R_{\text{эт}}$$

3) При поверке преобразователя по цифровому выходному сигналу

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (3)$$

где все обозначения те же, что и в формулах (1) и (2).

5.4.6. Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя в миллиамперах (I_p) для заданного номинального значения поверяемого параметра (P) в кПа или МПа для преобразователей определяют по формуле:

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P}{P_m} \quad (4)$$

где:

I_p - расчетные значения выходного параметра (эл. тока), мА;

P - выбранное номинальное значение входного параметра (давления), МПа, кПа;

P_m - настроенный диапазон измерений поверяемого преобразователя, МПа; кПа;

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

Расчетные значения выходного сигнала преобразователя с для преобразователей с выходным сигналом в цифровом формате определяют по формуле:

$$P_p = P_o + (P_m - P_o) \frac{P}{P_m} \quad (5)$$

где P_p - расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;

P_m, P_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала преобразователя в цифровом формате;

P - то же, что и в формуле (4).

5.4.7. Перед определением основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности должны быть соблюдены требования п.4.2 и, в случае необходимости, откорректировано значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению измеряемого параметра. Эта корректировка проводится после подачи и сброса измеряемого параметра, равного:

- для преобразователей давления-разрежения - 50-100% верхнего предела измерений избыточного давления;

- для преобразователей абсолютного давления после выдержки их в пределах от 0 до 10% верхнего предела измерений;

- для остальных преобразователей - 80-100% верхнего предела измерений.

При периодической поверке в случае совмещения проверки герметичности с подачей давления (разрежения) перед корректировкой выходного сигнала выдержка проводится при давлении (разрежении) в соответствии с п.4.2.2.

Установку выходного сигнала следует провести с максимальной точностью, обеспечиваемой устройством корректора и разрешающей способностью эталонов. Погрешность установки (без учета погрешности эталонов) не должна превышать 0,2 предела допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя.

5.4.8. Основную приведенную (от настроенного диапазона измерений) погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30% диапазона измерений.

Основную приведенную (от настроенного диапазона измерений) погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

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

Допускается выдержку преобразователей давления-разрежения производить только на

верхнем пределе измерений избыточного давления.

При периодической поверке основную погрешность определяют в два цикла: до корректировки диапазона изменения выходного сигнала и после корректировки диапазона. Допускается второй цикл не проводить, если основная погрешность $\gamma_d < \gamma_k \times \gamma$.

При поверке преобразователей с верхним пределом измерений разрежения 0,1 МПа, если атмосферное давление равно или менее 0,1 МПа, максимальное разрежение допускается устанавливать равным 0,90-0,95 Рб, где Рб - атмосферное давление. Расчетное значение выходного сигнала при этом разрежении определяют по формулам (4), (5) и (6). Рб следует привести к тем единицам, в которых выражено Р.

Примечание: 1 мм рт.ст. = 0,0001333 МПа.

Основную приведенную (от настроенного диапазона измерений) погрешность преобразователей абсолютного давления с верхним пределом измерений выше 0,2 МПа следует определять в соответствии с пп. 5.4.9 и 5.4.10. Допускается по методике п.5.4.9 определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,1 до 0,2 МПа.

5.4.9 Определение основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений выше 0,2 до 2,5 МПа включительно следует проводить с использованием образцовых СИ разрежения и давления (например, МВП-2,5; МП-6 и МП-60).

В этом случае преобразователь поверяют на точках: при разрежении в пределах 0,90 - 0,95Р - при значениях избыточного давления Ризб max, определяемом по формуле (10), и при трех промежуточных значениях давления

$$P_{\text{изб. max}} = P_{\text{абс. max}} - A,$$

где:

$P_{\text{абс. max}}$ - верхний предел измерений абсолютного давления, равный Рmax, МПа;

A = 0,1 МПа.

5.4.10 Определение основной приведенной (от настроенного диапазона измерений) погрешности преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений свыше 2,5 МПа следует проводить с использованием эталонов избыточного давления следующим образом:

1. Принять значение выходного сигнала при атмосферном давлении за I_0 ;
2. Провести поверку на прямом и обратном ходе, задавая избыточное давление, численно равное абсолютному давлению за вычетом 0,1 МПа, с соблюдением условий, изложенных в п.5.4.6;
3. После определения основной погрешности принять значение выходного сигнала при атмосферном давлении за $I_{рн}$:

$$I_{рн} = \frac{K}{P_{\text{абс. max}}} (I_m - I_0) + I_0 \quad (7)$$

где K = 0,1 МПа.

5.4.11. Основную приведенную (от настроенного диапазона измерений) погрешность γ_d в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

- при поверке по способу 1 (п.5.4.1)

$$\gamma_d = \frac{I - I_p}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (6)$$

где:

I - экспериментально полученное значение выходного сигнала на выходе преобразователя при измерении тока, мА;

I_p , - соответственно, расчетные значения тока (мА);

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

- при поверке преобразователей по способу 2 (5.4.1):

$$\gamma_{\partial} = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (7)$$

где P – значение входной измеряемой величины (давления), полученное экспериментально при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

$P_{ном}$ – номинальное значение измеряемой величины при номинальном значении выходного сигнала, кПа, МПа;

P_m – настроенный диапазон измерений поверяемого преобразователя, кПа, МПа.

5.4.12. Допускается вместо определения действительных значений погрешности устанавливать соответствие ее предельно допускаемым значениям.

5.5. Определение вариации выходного сигнала.

5.5.1 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 (п.5.4.1).

5.5.2 Вариацию выходного сигнала в % нормирующего значения вычисляют по формулам:
- для способа 1 (п.5.4.1)

$$\gamma_{\Gamma} = \left| \frac{I' - I_p}{I_m - I_o} \right| \cdot 100 \% \quad (12)$$

$$\gamma_{\partial} = \left| \frac{P' - P_p}{P_m - P_o} \right| \cdot 100 \% \quad (13)$$

где:

I_p , P_p - соответственно, расчетные значения тока (мА) и давления (кПа, МПа);

I' и I - экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

P' и P - экспериментально полученное значение выходного давления в одной и той же точке на внешних показывающих устройствах соответственно при прямом и обратном ходе.

I_m - верхнее предельное значение выходного сигнала, мА;

P_m - настроенный диапазон измерений поверяемого преобразователя, кПа, МПа.

- для способа 2 (п.5.4.1)

$$\gamma_{\partial} = \frac{P' - P}{P_m} \cdot 100 \quad (14)$$

где: P' и P - значения входного давления, полученные экспериментально при прямом и обратном ходе и при одном и том же значении выходного сигнала, кПа, МПа

Значения γ_{Γ} не должны превышать предела ее допускаемого значения.

5.5.3. Допускается вместо определения действительного значения вариации осуществлять контроль соответствия ее предельно допускаемым значениям.

5.6 Результаты поверки преобразователей давления измерительных .

5.6.1 Преобразователь признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| \leq \gamma_k \cdot |\gamma|$.

5.6.2 Преобразователь признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$.

5.6.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле поверки выполняется условие, изложенное в п.5.6.1.

5.6.4 Преобразователь признают негодным при периодической поверке:

– если при первом цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > (\delta_m)_{\text{ва max}} \cdot |\gamma|$;

– если при втором цикле поверки хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$.

Обозначения: $(\delta_m)_{\text{ва max}}$ – по п.5.4.2; γ_k – по п.5.4.3; γ – по п.5.4.5.

5.6.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_{∂} контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

5.7 Допускается на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме проводить периодическую поверку преобразователей в перенастроенном диапазоне либо для меньшего числа нормируемых характеристик.

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.2 При отрицательных результатах поверки средство измерений к дальнейшему применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 202 ФГУП «ВНИИМС»



Е. А. Ненашева