

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»
А. Е. Коломин

«05» 03 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи давления измерительные
CeraBar**

**Методика поверки
МП 202-04-2022**

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи давления измерительные Cerabar (далее – преобразователи), изготавливаемые фирмой Endress+Hauser SE+Co.KG, Германия.

1.2 Преобразователи давления измерительные Cerabar предназначены для непрерывных измерений и преобразования значений измеряемого параметра – избыточного, абсолютного давления газа, жидкости или пара в унифицированный аналоговый и (или) цифровой выходные сигналы. Также преобразователи предназначены для расчета и (или) индикации других величин, функционально связанных с измеряемым давлением: уровня, объема и массы газа, жидкости или пара.

1.3 Данная методика применяется как для первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) так и для периодической (в процессе эксплуатации) поверок преобразователей.

1.4 Прослеживаемость поверяемого преобразователя к государственным первичным эталонам гэт23-2010 ГПЭ единицы-паскаля и гэт43-2013 ГПЭ единицы давления в диапазоне от 10 до 1600 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне от 0,05 до 1 см² обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339; гэт101-2011 ГПЭ единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \times 10^{-1} \div 7 \times 10^5$ Па обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений абсолютного давления утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.12.2019 г. № 2900.

1.5 В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений. При этом методе значения измеряемой величины оценивают с помощью эталона.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средств измерений	10	Да	Да
определение основной приведенной погрешности преобразователя	10.1	Да	Да
определение вариации выходного сигнала преобразователя	10.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1. 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 %;

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

3.3. 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.

3.4. Рабочие среды эталонов должны соответствовать их документации.

3.5. В случае, если недопустима поверка на средах, указанных в п.п. 3.3 и 3.4, 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.

3.6. Если рабочей 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.

3.7. При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 3.1.5, 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.

3.8. 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.

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

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

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- ознакомленные с руководством по эксплуатации на преобразователи;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- являющиеся специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.1; 8.2; 10	Манометр абсолютного давления МПАК-15. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: $\pm 6,65$ Па в диапазоне от 0 до 20 кПа; $\pm 13,3$ Па в диапазоне от 20 до 133 кПа; пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01$ % от действительного значения измеряемого давления в диапазоне от 133 до 400 кПа.
8.1; 8.2; 10	Микроманометр МКМ-4. Класс точности 0,01. Диапазон измерений от 0,1 до 4,0 кПа.
8.1; 8.2; 10	Микроманометр МКВ-250. Пределы измерений от 0 до 2,5 кПа. Класс точности 0,01 и 0,02.
8.1; 8.2; 10	Манометры грузопоршневые 2000 Диапазоны измерений: от минимального – от 0,0014 до 0,17 МПа, до максимального – от 1,7 до 276 МПа. Пределы допускаемой относительной погрешности: $\pm 0,003$ %, $\pm 0,005$ %.
8.1; 8.2; 10	Калибраторы давления Ruska серии 7000 Модели Ruska 7050, Ruska 7250 Верхние пределы измерений, МПа: - абсолютного давления 0,1 ... 0,6 - избыточного давления 0,034 ... 10 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, $\pm 0,009$ %; $\pm 0,015$ % Модель Ruska 7050i Верхние пределы измерений, МПа: - абсолютного давления 0,1 ... 0,6 - избыточного давления 0,034 ... 10 Пределы допускаемой основной относительной (δ) погрешности, $\pm 0,01$ %; $\pm 0,015$ %. В диапазоне от 0 до 25%ВПИ предел допускаемой основной погрешности равен $\pm \delta \cdot 0,25 \cdot \text{ВПИ}$. Модель Ruska 7050LP Верхние пределы измерений, МПа: - избыточного давления 0,0025 ... 0,025 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, $\pm 0,01$ %; $\pm 0,015$ %
8.1; 8.2; 10	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)

8.1; 8.2; 10	Мановакуумметр 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/см²): ±5 Па (± 0,00005 кгс/см²); ±2 Па (± 0,00002 кгс/см²) при давлениях (избыточном или отрицательном избыточном (вакуумметрическом) свыше 0,01 МПа (0,1 кгс/см²): ±0,05 % от измеряемой величины; ±0,02 % от измеряемой величины
8.1; 8.2; 10	Манометр грузопоршневой МП-6 Верхний предел измерений 0,6 МПа, нижний предел измерений 0,04 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
8.1; 8.2; 10	Манометр грузопоршневой МП-60 Верхний предел измерений 6 МПа, нижний предел измерений 0,1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 % от измеряемого давления
8.1; 8.2; 10	Манометр грузопоршневой МП-600 Верхний предел измерений 60 МПа, нижний предел измерений 1 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,005 %; ±0,01 % от измеряемого давления
8.1; 8.2; 10	Манометр грузопоршневой МП-2500 Верхний предел измерений 250 МПа, нижний предел измерений 5 МПа. Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %: ±0,02 % от измеряемого давления.
8.1; 8.2; 10	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) Пределы допускаемой основной погрешности: ±(0,01 % показания +1 мкА) в диапазоне ±25 мА, R_{вх}<10 МОм. ±(0,01 % показания +1 мкА) в диапазоне от 0 до 25 мА, R_{нагр}≤1140 Ом (20 мА), 450 Ом (50 мА). ±(0,006 % показания +0,25 мВ) в диапазоне от 1 до 60 В при R_{вх}>2 МОм. ±(0,007 % показания +0,1 мВ) в диапазоне от -3 до 10/24 В при I_{макс}=5 мА.
8.1; 8.2; 10	Калибраторы давления пневматические ЭЛЕМЕР-ПКД-260 Диапазоны воспроизведения и измерений давления: от минимального от 0 до 600 кПа, до максимального – от 0 до 16 МПа. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений избыточного давления: % от диапазона измерений, ±(0,01+пр), ±(0,013+пр), ±(0,03+пр), ±(0,03·P/P_В+пр), ±(0,05·P/P_В+пр), ±(0,1 P/P_В+пр). Диапазоны воспроизведения и измерений силы постоянного тока от 0 до 25 мА. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока: ±(10⁻⁴ ·I+1) мкА. Диапазоны измерений напряжения постоянного тока от 0 до 12 В. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности напряжения постоянного тока: ±(1,0·10⁻⁴ · U +0,5) мВ.
8.1; 8.2; 10	Задатчик разрежения Метран-503 Воздух. Класс точности 0,02
8.1; 8.2; 10	Калибраторы давления пневматические МЕТРАН-504 Воздух-I Класс точности 0,01; 0,015; 0,02. Диапазон воспроизводимого давления 3 ≤P_н≤400 кПа.
8.1; 8.2; 10	Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 1600" Пределы измерений: от 0,010 до 16000 кПа Пределы допускаемой основной относительной погрешности: ±0,02%; ±0,005 % (в зав. от модели)
8.1; 8.2; 10	Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 1,6" Верхние пределы измерений от 1 до 160 кПа; пределы допускаемой основной относительной погрешности ±0,02%; ±0,005 %

8.1; 8.2; 10	Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух- 2,5" Верхние пределы измерений от 25 до 250 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$; $\pm 0,005\%$;
8.1; 8.2; 10	Автоматизированный датчик избыточного давления "Воздух-6,3" Верхние пределы измерений от 63 до 630 кПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 0,02\%$;
10	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.
8.1; 8.2; 10	Вакуумметр теплоэлектрический ВТБ-1 Пределы измерений: 0,002...750 мм рт. ст.
10	Образцовая катушка сопротивления Р 331 Класс точности 0,005. Сопротивление 100 Ом
10	Магазин сопротивлений Р 33 по ГОСТ 23737-79 Класс точности 0,2. Сопротивление до 99 999,9 Ом
10	Магазин сопротивлений Р 4831 Класс точности 0,02/2*10 ⁻⁶ . Сопротивление до 111 111,1 Ом
10	Цифровой вольтметр Ц 1516 Класс точности 0,015. Верхний предел измерений 5 В
10	Потенциометр постоянного тока Р 363-1 Класс точности 0,001. Верхний предел измерений 2,121111 В
10	Вольтметр универсальный Ц31 Предел допускаемой основной погрешности $\pm 0,015\%$
10	Источник постоянного тока Б5-8 Наибольшее значение напряжения 50 В. Допускаемые отклонения: $\pm 0,5\%$ от установленного значения
10	Термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 28498-90 Предел измерений 0 – 55 °С. Цена деления шкалы 0,1 °С. Предел допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С
10	Манометр МТИ и вакуумметр ВТИ для точных измерений. Классы точности 0,6 и 1. Пределы измерений от 0...0,1 до 0...160 МПа
10	Разделительный сосуд
10	Стальной баллон малой и средней емкости по ГОСТ 949-73 с газообразным техническим азотом по ГОСТ 9293-74
10	Газовый баллонный редуктор по ГОСТ 6268-78
10	Запорные игольчатые вентили по ГОСТ 23230-78
8.1; 8.2; 9; 10	HART коммуникатор
8.1; 8.2; 9; 10	USB-HART Модем: Viator USB HART Interface HM-MT-USB-010031
8.1; 8.2; 9; 10	Устройства периферийные FXA195, FXA291, PROFINET IO, RS-485, IO-Link, Bluetooth (или аналоги) для подключения к преобразователям с цифровыми выходными сигналами.

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

5.3. Эталоны, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) иметь запись о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, или аттестованы в качестве эталонов. Вспомогательные средства измерений должны быть поверены.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. 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.

6.2. Требования эксплуатации.

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

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

7 Внешний осмотр

7.1. При внешнем осмотре должно быть установлено наличие на корпусе преобразователя таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющему; 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.

7.2. Соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим смещения корпуса.

7.3. Приборы, не соответствующие п. 7.1 и 7.2 дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

- преобразователь должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха, указанной в пункте 3.1, 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 поверки 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. 8.1.1 - 8.1.4.

8.1.1 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. 8.1.3.

8.1.2. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки преобразователей, указанных в п. 8.1.1, на место поверяемого преобразователя устанавливают преобразователь, герметичность которого проверена, или любое другое средство измерений, имеющее погрешность (приведенную к значениям давления, указанным в п. 8.1) не более 2,5% и позволяющее заметить изменение давления 0,5% заданного значения давления.

Создают давление, указанное в п. 8.1.1, 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.

8.1.3 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. 8.1.2. 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.

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

8.2. Опробование

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

8.2.2. 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.

8.2.3. Функционирование корректора нуля проверяют только для преобразователей избыточного давления, задав одно (любое) значение измеряемого давления. Воздействуя на корректор нуля, проверяют наличие изменения выходного сигнала.

8.2.4. Проверку герметичности преобразователя рекомендуется совмещать с операцией определения основной погрешности (п. 10.1).

Методика проверки герметичности преобразователя аналогична методике проверки герметичности системы (пп. 8.1.1-8.1.4) со следующими особенностями:

- изменение давления или разрежения определяют по изменению выходного сигнала или показаний поверяемого преобразователя, включенного в систему (п. 8.1.2).

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

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Преобразователи Cerabar имеют встроенное программное обеспечение (далее ПО), за исключением преобразователей имеющих выходной сигнал только от 4 до 20 мА. Проверка ПО может проводиться 2 способами:

1) Посредством подключения преобразователя через периферийное устройство (FXA195 или FXA291, HART, HART IP, Profibus, Foundation Fieldbus, Profinet, Modbus с интерфейсом RS-485, Modbus TCP, IO-Link, Bluetooth, EtherNet/IP, OPC UA, PROFISAFE) к ПК с предустановленным ПО DeviceCare, (или аналогичное, например FieldCare). В меню преобразователей давления измерительных Cerabar PMC51B, Cerabar PMP51B, Cerabar PMC71B, Cerabar PMP71B во вкладке System -> выбрать пункт Information и на страничке отобразится информация о Firmware version и Hardware version. См. Приложение А, п. 1.

2) Визуально при включении преобразователя. См. Приложение А п. 2.

9.2 Преобразователи считаются прошедшими поверку с положительным результатом, если номер версии (идентификационный номер) ПО не ниже значения, указанного 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.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной приведенной (к настроенному диапазону измерений) погрешности преобразователя.

10.1.1 Основную приведенную (к настроенному диапазону 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:

1 При определении основной приведенной (к настроенному диапазону измерений) погрешности преобразователя значения выходного параметра могут считываться с цифрового индикатора (ЖКИ).

2 Поверка преобразователей с несколькими выходными сигналами, соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, производится по одному из этих сигналов (аналоговому или цифровому), если иное не предусмотрено технической документацией на поверяемый преобразователь.

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 измерений с обязательным указанием в Федеральном информационном фонде или (и) свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

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

10.1.2 Перед определением основной приведенной (к настроенному диапазону измерений) погрешности должны быть соблюдены требования п. 8.1 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. 8.1.2.

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.

10.1.3 Основную приведенную (к настроенному диапазону 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 (к настроенному диапазону измерений) погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большему, 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 (к настроенному диапазону измерений) погрешность преобразователей абсолютного давления с верхним пределом измерений выше 0,2 МПа следует определять в соответствии с пп. 10.1.5 и 10.1.6. Допускается по методике п. 10.1.5 определять основную погрешность преобразователей абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,1 до 0,2 МПа.

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

$$I_p = I_o + (I_m - I_o) \frac{P}{P_m} \quad (1)$$

где:

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

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

P_m - настроенный диапазон измерений, МПа; кПа;

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

Расчетные значения выходного сигнала (U_p), выраженные в напряжении постоянного тока, определяют по формуле:

$$U_p = I_p \times R_{об}, \text{ мВ} \quad (2)$$

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

$$P_p = P_o + (P_m - P_o) \frac{P}{P_m} \quad (3)$$

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 (1).

10.1.5 Определение основной приведенной (к настроенному диапазону 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 - 0,95P - при значениях избыточного давления $R_{изб. max}$, определяемом по формуле (10), и при трех промежуточных значениях давления

$$R_{изб. max} = P_{абс. max} - A,$$

где:

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

$A = 0,1$ МПа.

10.1.6 Определение основной приведенной (к настроенному диапазону 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_o ;
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. 10.1.4;
3. После определения основной погрешности принять значение выходного сигнала при атмосферном давлении за I_{pn} :

$$I_{pn} = \frac{K}{P_{абс. max}} (I_m - I_o) + I_o \quad (4)$$

где $K = 0,1$ МПа.

10.1.7 Основную приведенную (к настроенному диапазону измерений) погрешность γ_d в % вычисляют по формулам:

- при поверке по способу 1 (п. 10.1.1)

$$\gamma_o = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \quad (5)$$

$$\gamma_o = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \quad (5)$$

$$\gamma_o = \frac{P - P_p}{P_m - P_o} \cdot 100, \quad (7)$$

где:

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

U - экспериментально полученное значение выходного сигнала на выходе преобразователя при измерении напряжения, мВ; В;

P - экспериментально полученное значение выходного давления на внешних показывающих устройствах;

I_p, U_p - соответственно, расчетные значения тока (мА) и напряжения (В);

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

U_m, U_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении

P_m - настроенный диапазон измерений, МПа, кПа и др.;

P_p - расчетное давление показывающего устройства преобразователя, численно равное номинальному значению входного давления, МПа, кПа и др.;

- при поверке преобразователей по способу 2 (п. 10.1.1):

$$\gamma_o = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (8)$$

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

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

P_m - настроенный диапазон измерений, МПа, кПа и др.;

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

10.2 Определение вариации выходного сигнала.

10.2.1 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. 10.1.1).

10.2.2 Вариацию выходного сигнала в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

- для способа 1 (п. 10.1.1)

$$\gamma_I = \left| \frac{I' - I_p}{I_m - I_o} \right| \cdot 100 \% \quad (9)$$

$$\gamma_U = \left| \frac{U' - U_p}{U_m - U_o} \right| \cdot 100 \% \quad (10)$$

$$\gamma_o = \left| \frac{P' - P_p}{P_m - P_o} \right| \cdot 100 \% \quad (11)$$

где:

I_p, U_p, P_p - соответственно, расчетные значения тока (мА), напряжения (В) 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;

U' и U - экспериментально полученные значения выходного сигнала в одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на образцовом сопротивлении соответственно при прямом и обратном ходе, мВ; В;

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;

U_m , - верхнее и нижнее предельное значение напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении

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

- для способа 2 (п. 10.1.1)

$$\gamma_{\partial} = \frac{P' - P}{P_m} \cdot 100 \quad (12)$$

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

Значения γ_r не должны превышать предела ее допускаемого значения.

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

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

11.1.3 Преобразователь признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле поверки выполняется условие, изложенное в п. 11.1.

11.1.4 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 $|\gamma_{\partial}| > \gamma_k \cdot |\gamma|$.

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

γ_k – абсолютное значение отношения контрольного допуска к пределу допускаемой основной погрешности

γ – предел допускаемой основной приведённой погрешности поверяемого преобразователя, % диапазона измерений.

Таблица 3 – Параметры и критерии достоверности поверки

α_p	0,2	0,25	0,33	0,4	0,5
γ_k	0,94	0,93	0,91	0,82	0,70
$P_{\text{вам}}$	0,20	0,20	0,20	0,10	0,05
$(\delta_m)_{\text{ва}}$	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 ($\gamma_k = (\delta_m)_{\text{ва}} - \alpha_p$). При этом, для проверки условия $P_{\text{вам}} \leq 0,20$, проверяют выполнения условия $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \cdot \alpha_p$.

11.1.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений основной погрешности γ_0 контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

11.1.6 Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считается сравнение полученных при измерениях и вычислениях по формулам (5) – (12) значений с установленными при утверждении типа и отраженными в описании типа средства измерений.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений заносят в протокол поверки произвольной формы.

12.2 В случае положительных результатов первичной и/или периодической поверки преобразователей сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений с обязательным указанием информации об объеме проведенной проверки. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего его на поверку, вносится запись в паспорт, заверенная подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки, или выдаются свидетельства о поверке в установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510.

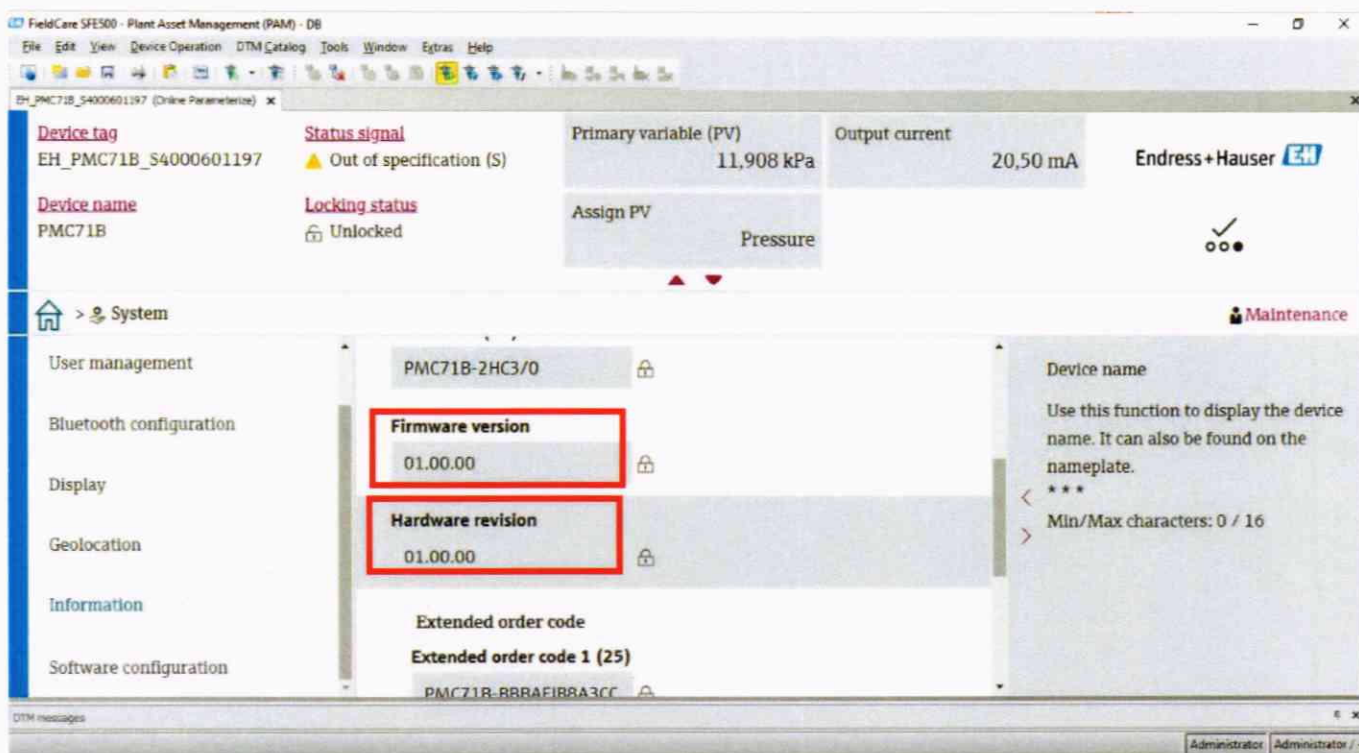
12.3 При отрицательных результатах первичной и/или периодической поверки датчик к дальнейшему применению не допускают, сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средств измерений выдают извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Зам. начальника отдела 202



Р.В. Кузьменков

1. Вид из программы для преобразователей давления измерительных Cerabar



2. Информация о номере версии ПО при включении для преобразователей давления измерительных Cerabar

