

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

ЗАОС КИП «МЦЭ»

А.В. Федоров

_____ 2019 г.



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ИНСТРУКЦИЯ

Преобразователи давления AUTROL

Методика поверки

МЦКЛ.0261.МП

г. Москва
2019

Настоящая инструкция распространяется на преобразователи давления AUTROL, изготавливаемые «Duon System Co, Ltd», Южная Корея. (далее – датчики) предназначены для непрерывного измерения давления (избыточного, разрежение-избыточного, абсолютного и дифференциального (разности давлений) и преобразования измеренного давления в унифицированный выходной сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА с наложенным на него цифровым сигналом в стандарте HART или цифровой (FOUNDATION Fieldbus), а также отображения измеренного значения на дисплее.

Инструкция устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации по истечению интервала между поверками) поверок датчиков.

Интервал между поверками – три года.

Поверку датчиков осуществляют аккредитованные на проведение поверки в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Первичную и периодическую поверку должен проходить каждый экземпляр датчиков. Периодической поверке могут не подвергаться датчики, находящиеся на длительном хранении.

Внеочередной поверке в объеме периодической подвергают датчики в случаях, описанных в п.19 Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 (далее – Приказ 1815).

Поверка проводится в полном диапазоне измерений (при коэффициенте перенастройки $\gamma=1$. В случае перенастройки диапазонов измерений, в пределах, установленных в эксплуатационной документации, не влияющих на пределы допускаемой основной приведенной погрешности, внеочередная поверка датчиков не проводится.

Допускается поверка датчиков в меньшем диапазоне измерений на основании решения главного метролога или руководителя юридического лица.

1 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2 Опробование	5.2	Да	Да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	5.3	Да	Да
4 Определение основной погрешности	5.4	Да	Да

1.2 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки датчик бракуют и его поверку прекращают.

1.3 После устранения недостатков, вызвавших отрицательный результат, датчик вновь предоставляют на поверку.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют основные средства поверки:

- калибратор давления CPC6050 (регистрационный №70999-18);
- калибратор давления CPG2500 (регистрационный №54615-13);
- манометр избыточного давления грузопоршневой PD 2500 (регистрационный №26233-11);
- мультиметр Fluke 8846A (регистрационный №57943-14);
- мера электрического сопротивления MC3050M (регистрационный №46843-11).

Вспомогательное оборудование:

- помпа ручная PV411-HP;
- системы питания пневматические и гидравлические Метрол.

2.2 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы. Средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке. Вспомогательное оборудование должно обеспечивать необходимые режимы поверки и так же иметь действующие свидетельства об аттестации.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых датчиков с требуемой точностью.

3 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования и процедуры обеспечения безопасности:

- проведение технических и организационных мероприятий по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0;
- подготовка к работе средств поверки в соответствии с технической документации на эти средства;
- общие требования безопасности при проведении поверки – согласно ГОСТ 12.3.019.

4 Условия поверки и подготовка к ней

4.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 20 до 95 %;
- давление в помещении, где проводят поверку (далее атмосферное давление), в пределах от 84 до 106,7 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

- рабочая среда – воздух или нейтральный газ при поверке преобразователей с верхними пределами измерений, не превышающими 2,5 МПа, и жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами измерений более 2,5 МПа. Допускается использовать жидкость при поверке преобразователей с верхними пределами от 0,4 до 2,5 МПа при условии тщательного заполнения жидкостью всей системы поверки. Допускается использовать воздух или нейтральный газ при поверке датчиков с верхними пределами измерений более 2,5 МПа при условии соблюдения соответствующих правил безопасности;

– колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля (кроме земного) и другие воздействия, влияющие на работу и метрологические характеристики датчика, должны отсутствовать;

– импульсную линию, через которую подают измеряемое давление, допускается соединять с дополнительными сосудами, емкость каждого из которых не более 50 литров.

4.2 При поверке датчиков разности давлений с приемными камерами для подвода большего давления («плюсовая» камера) и меньшего давления («минусовая» камера) значе-

ние измеряемой величины (разности давлений) устанавливают, подавая соответствующее значение избыточного давления в «плюсовую» камеру датчика, при этом «минусовая» камера сообщается с атмосферой.

При поверке датчиков разности давлений с малыми пределами измерений для уменьшения влияния на результаты поверки не устраненных колебаний давления окружающего воздуха «минусовая» камера датчика может соединяться с камерой эталонного СИ, сообщаемой с атмосферой, если это предусмотрено в конструкции СИ. При поверке датчиков разности давлений в «минусовой» камере может поддерживаться постоянное опорное давление, создаваемое другим эталонным задатчиком или основным задатчиком измеряемой величины с дополнительным блоком опорного давления.

При поверке датчиков разрежения и датчиков давления-разрежения значение измеряемой величины допускается устанавливать, подавая с противоположной стороны чувствительного элемента датчика соответствующее значение избыточного давления, если это предусмотрено конструкцией датчика.

При поверке датчиков избыточного давления допускается принимать нижний предел измерения равным атмосферному давлению.

4.3 Перед проведением поверки датчиков выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик не менее 1 ч при температуре, указанной в п.4.1, если иное не указано в технической документации на датчик;

- устанавливают датчик в рабочее положение с соблюдением указаний технической документации;

- проверяют на герметичность в соответствии с п.п.4.3.1 - 4.3.4 систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонных СИ и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины.

4.3.1 Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков давления, разности давлений, разрежения с верхними пределами измерений менее 100 кПа, абсолютного давления с верхними пределами измерений более 250 кПа, проводят при значениях давления (разрежения), равных верхнему пределу измерений поверяемого датчика.

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

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

Проверку герметичности системы, предназначенной для поверки датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят в соответствии с п.4.3.3.

4.3.2 При проверке герметичности системы, предназначенной при поверке датчиков, указанных в п.4.3.1, на место поверяемого датчика устанавливают датчик, герметичность которого проверена, или любое другое средство измерений, имеющее погрешность (приведенную к значениям давления, указанным в п.4.3.1) не более $\pm 2,5$ % и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину $\pm 0,5$ % от заданного значения давления. Затем в системе создают давление, указанное в п.4.3.1, и отключают источник давления. Если в качестве эталонного СИ применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключают.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений, изменение давления (разрежения) не должно превышать $\pm 0,5$ % верхнего предела измерений поверяемого датчика. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.

Допускается изменение давления (разрежения), обусловленное изменением температуры окружающего воздуха и температуры измеряемой среды в пределах $\pm(0,5-1)$ °С.

4.3.3 Проверку герметичности системы, предназначенной для проверки датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 250 кПа и менее, проводят следующим образом:

Устанавливают в системе заведомо герметичный датчик или любое другое средство измерений абсолютного давления, отвечающее требованиям к СИ в соответствии с п. 4.3.2. 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 эталонное СИ при необходимости (например, отключают колонки грузопоршневого манометра).

Систему считают герметичной, если после выдержки системы в течение 3 минут изменение давления не должно превышать $\pm 0,5$ % верхнего предела измерений поверяемого датчика.

Допускается поправка при изменении температуры окружающего воздуха и рабочей среды.

4.3.4 Проверку герметичности системы рекомендуется проводить при давлении (разрежении), соответствующем наибольшему давлению (разрежению) из ряда верхних пределов измерений поверяемых датчиков.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра проверяется:

- соответствие внешнего вида датчика технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- соответствие комплектности перечню, указанному в паспорте;
- соответствие серийного номера, указанному в паспорте;
- наличие на корпусе датчика таблички с маркировкой, соответствующей паспорту или документу, его заменяющего.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и серийный номер соответствуют указанным в паспорте, маркировка и надписи на корпусе соответствуют эксплуатационной документации, отсутствуют механические повреждения, способные повлиять на работоспособность датчика. При невыполнении этих требований поверка прекращается и датчик бракуется.

5.2 Опробование

5.2.1 При опробовании проверяют герметичность и работоспособность датчика, функционирование устройства коррекции «нуля».

5.2.2 Работоспособность датчика проверяют, изменяя измеряемую величину от нижнего до верхнего предельных значений. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала и индикации на дополнительных выходных устройствах датчика.

Работоспособность датчиков давления - разрежения проверяют только при избыточном давлении; работоспособность датчиков - разрежения с верхним пределом измерений 100 кПа проверяют при изменении разрежения до значения 0,9 атмосферного давления (не менее).

5.2.3 Функционирование коррекции «нуля» проверяют, задав одно (любое) значение измеряемого давления в пределах, оговоренных руководством по эксплуатации. Воздействуя на данную функцию, проверяют наличие изменения выходного сигнала на всех выходных устройствах. Затем сбрасывают измеряемую величину и при атмосферном давлении на входе в датчик вновь устанавливают выходной сигнал в соответствии с исходными значениями.

5.2.4 Проверку герметичности датчика рекомендуется совмещать с операцией определения его основной погрешности.

Методика проверки герметичности датчика аналогична методике проверки герметичности системы (п. п. 4.3.1-4.3.4), но имеет следующую особенность: изменение давления (разрежения) определяют по изменению выходного сигнала или по изменению показаний цифрового индикатора поверяемого датчика, включенного в систему (п.4.3.2).

В случае обнаружения негерметичности системы с установленным поверяемым датчиком следует отдельно проверить герметичность системы и датчика.

5.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

5.3.1 В качестве идентификации программного обеспечения (далее ПО) принимается версия (идентификационный номер) ПО. Методика проверки идентификационного номера ПО датчика заключается в установлении версии ПО прибора, которую можно установить при помощи подключенного к датчику HART-модема (протоколы HART), или преобразователь интерфейса Fieldbus – USB с программным обеспечением для связи с персональным компьютером и считывания информации с цифрового выхода датчика. Могут использоваться другие устройства для считывания информации, предусмотренные технической документацией на датчик.

5.3.2 Датчики считаются прошедшими проверку с положительным результатом, если версия ПО соответствует значению, указанному в паспорте на датчик.

5.4 Определение основной погрешности

5.4.1 Основную погрешность датчика определяют по одному из способов:

1) По эталону на входе датчика устанавливают номинальные значения входного параметра (давления), а по другому эталону измеряют соответствующее значение выходного параметра (тока или напряжения). При поверке датчика 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 параметра (тока или напряжения), а по другому эталону измеряют соответствующие значения входного параметра (давления).

Примечания:

1. При поверке датчиков с цифровым выходным сигналом (HART и FOUNDATION Fieldbus) подключают портативный коммуникатор или модем с программным обеспечением для связи с персональным компьютером и считывания информации с цифрового выхода датчика. Могут использоваться другие устройства для считывания информации и управления датчиками по другим коммуникационным протоколам, предусмотренным технической документацией на датчики.

5.4.2 Схемы включения датчиков для измерения выходного сигнала при проведении поверки приведены в руководстве по эксплуатации.

Эталон включают в схему поверки в соответствии с их руководством по эксплуатации.

5.4.3 Устанавливают следующие критерии достоверности поверки:

$P_{\text{вам}}$ – наибольшая вероятность, при которой любой дефектный экземпляр датчика может быть ошибочно признан годным;

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

Допускаемые значения критериев достоверности поверки: $P_{\text{вам}}=0,20$ и $(\delta_m)_{\text{ва max}} = 1,25$.

5.4.4 Устанавливают следующие параметры поверки:

m – число поверяемых точек в диапазоне измерений, $m \geq 5$;

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 датчик допускается увеличивать число наблюдений в поверяемых точках до 3 или 5, принимая при этом среднеарифметическое значение результатов наблюдений за достоверное значение в данной точке;

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

α_p – отношение предела допускаемой погрешности эталонных СИ, применяемых при поверке, к пределу допускаемой основной погрешности поверяемого датчика.

Значения γ_k и α_p выбирают по таблице 2 (п.5.4.5) в соответствии с принятыми критериями достоверности поверки.

5.4.5 Выбор эталонов для определения основной погрешности поверяемых датчиков осуществляют, исходя из технических возможностей и технико-экономических предпосылок с учетом критериев достоверности поверки (п.5.4.3) и в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

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 п.5.3.3 критериями достоверности поверки, согласно МИ 187-86 «ГСИ. Критерии достоверности и параметры методик поверки» и МИ 188-86 «ГСИ. Установление значение 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 выполнение условия $\gamma_k \leq 1 - 0,28 \times \alpha_p$

5.4.6 При выборе эталонов для определения погрешности поверяемого датчика (в каждой поверяемой точке) соблюдают следующие условия:

1) При поверке датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значения которого контролируют непосредственно в мА

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_i}{I_m - I_0} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (1)$$

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

P_m – диапазон измерений поверяемого датчика, кПа, МПа;

Δ_i – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного СИ, контролирующего электрический выходной сигнал датчика, мА;

I_0, I_m – соответственно нижнее и верхнее предельные значения выходного сигнала датчика, мА;

α_p – то же, что в 5.4.4;

γ – предел допускаемой основной приведенной погрешности поверяемого датчика, % диапазона измерений.

Основная погрешность датчика, выраженная в процентах от диапазона измерений, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала датчика с линейной функцией преобразования измеряемой величины.

Для датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного напряжения U расчетные значения выходного сигнала определяют по формулам, структура которых идентична структурам формул для датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока I раздела 5.4 с заменой обозначений постоянного тока на соответствующие обозначения постоянного напряжения U_p, U_0, U_m .

2) При поверке датчиков с выходным аналоговым сигналом постоянного тока, значение которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении в мВ или В

$$\left(\frac{\Delta_p}{P_m} + \frac{\Delta_u}{U_m - U_0} + \frac{\Delta_R}{R_{ЭТ}} \right) \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma, \quad (2)$$

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

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

Δ_R – предел допускаемой абсолютной погрешности эталонного сопротивления, Ом;

$R_{ЭТ}$ – значение эталонного сопротивления, Ом;

U_m, U_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В) на эталонном сопротивлении, определяемые по формулам:

$$U_m = I_m \cdot R_{ЭТ} \text{ и } U_0 = I_0 \cdot R_{ЭТ}$$

3) При поверке датчика с выходным цифровым сигналом

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

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

5.4.7 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого датчика для заданного номинального значения входной измеряемой величины определяют по формулам (4-12, 16,17):

1) Для датчиков с линейной возрастающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока (I) от входной измеряемой величины (P)

$$I_p = I_0 + \frac{I_m - I_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (4)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (мА);

P – номинальное значение входной измеряемой величины; для датчиков давления-разрежения значение P в области разрежения подставляется в формулу (4) со знаком минус;

P_n – нижний предел измерений для всех датчиков, кроме датчиков давления-разрежения, для которых значение P_n численно равно верхнему пределу измерений в области разрежения P_m (–) и в формулу (4) подставляется со знаком минус;

I_0, I_m, P_m – то же, что и в формуле (1).

Для стандартных условий нижний предел измерений всех поверяемых датчиков равен нулю.

2) Для датчиков с линейно убывающей зависимостью выходного сигнала постоянного тока от входной измеряемой величины

$$I_p = I_m - \frac{I_m - I_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (5)$$

3) Для датчиков с выходным сигналом постоянного тока и функцией преобразования входной измеряемой величины по закону квадратного корня

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (6)$$

где P – входная измеряемая величина – разность давлений (перепад давления) для датчиков разности давлений, предназначенных для измерения расхода рабочей среды;

P_m – верхний предел измерений или диапазон измерений поверяемого датчика разности давлений. Остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

4) Для датчиков с выходным сигналом постоянного тока, значения которого контролируют по падению напряжения на эталонном сопротивлении $R_{\text{эт}}$

$$U_p = R_{\text{эт}} \cdot I_p, \quad (7)$$

где U_p – расчетное значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, В;

I_p – расчетное значение выходного сигнала постоянного тока (А), определяемое по формулам (4 – 6).

5) Для датчиков с выходным информационным сигналом в цифровом формате: – с линейно возрастающей функцией датчика

$$N_p = N_0 + \frac{N_m - N_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (8)$$

- где N_p – расчетное значение выходного сигнала в цифровом формате;
 N_m, N_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного информационного сигнала датчика в цифровом формате;
 P, P_m, P_n – то же, что и формуле (4);
 – с линейно убывающей функцией преобразования

$$N_p = N_0 - \frac{N_m - N_0}{P_m - P_n} (P - P_n), \quad (9)$$

- с функцией преобразования по закону квадратного корня

$$N_p = N_0 + (N_m - N_0) \sqrt{\frac{P}{P_m}}, \quad (10)$$

- где P, P_m – то же, что в формуле (6); остальные обозначения те же, что в формулах (8,9).

5.4.8 Поверку датчиков с программным обеспечением выбора функции преобразования входной измеряемой величины в соответствии с одним из видов (4 - 6, 8 - 10) производят при программной установке линейно возрастающей зависимости выходного сигнала (4) или (8), если иное не предусмотрено технической документацией на датчик.

После выполнения поверки датчик может быть перепрограммирован в соответствии с требуемой функцией преобразования входной измеряемой величины.

Перед определением основной погрешности соблюдают требования п. 4.3 и, при необходимости, корректируют значения выходного сигнала, соответствующие нижнему и верхнему предельным значениям измеряемой величины. Эту корректировку выполняют после подачи и сброса измеряемой величины, значения которой устанавливают:

- для датчиков абсолютного давления с верхним пределом измерений до 0,25 МПа включительно – в пределах от атмосферного давления до 80-100 % верхнего предела измерений;
- для остальных датчиков – в пределах 80-100 % верхнего предела измерений;
- для датчиков давления-разрежения – в пределах 50-100 % от верхнего предела измерений в области избыточного давления.

При периодической поверке и в случае ее совмещения с операцией проверки герметичности датчика корректировку значений выходного сигнала выполняют после выдержки датчика при давлении (разрежении) в соответствии с условиями п. 4.3.

Установку выходного сигнала выполняют с максимальной точностью, обеспечиваемой устройством коррекции датчика и разрешающей способностью эталонов.

Погрешность установки «нуля» (без учета погрешности эталонов) не должна превышать 0,2...0,3 предела допускаемой основной погрешности поверяемого датчика, если иное не указано в технической документации.

5.4.9 Проверку основной погрешности датчиков давления производят в пяти точках, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходной величины с допуском в пределах 5 % этих значений. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений.

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

Перед проверкой при обратном ходе датчик выдерживают в течение 1 минуты под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

Допускается выдержку датчиков давления-разрежения производить только на верхнем пределе измерений избыточного давления.

При периодической проверке основную погрешность определяют в два цикла: до корректировки диапазона изменения выходного сигнала и после корректировки диапазона. Второй цикл допускается не проводить, если основная погрешность $\gamma_d \leq \gamma_k \cdot \gamma$.

При проверке датчиков с верхним пределом измерений разрежения 0,1 МПа, если атмосферное давление $P_6 \leq 0,1$ МПа, допускается устанавливать максимальное значение разрежения в пределах 0,90-0,95 P_6 , где P_6 – атмосферное давление. Расчетное значение выходного сигнала при установленном значении разрежения определяют по формуле (4) и (8).

При проверке датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа и выше основную погрешность определяют по методике, изложенной в п. 5.4.10 с соблюдением условий, изложенных в п. 5.4.8, п. 5.4.9. По методике п. 5.4.10 допускается определять основную погрешность датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,1 до 0,25 МПа.

5.4.10 Определение основной погрешности датчиков абсолютного давления с верхними пределами измерений 0,25 МПа (допускается 0,1 МПа) и выше проводят с использованием эталонов разрежения и избыточного давления.

В этом случае проверку датчика выполняют при подаче избыточного давления и разрежения, расчетные значения которых определяют с учетом действительного значения атмосферного давления в помещении, где проводят проверку.

Расчетные значения выходного сигнала датчика с линейно возрастающей функцией преобразования определяют по формуле:

– для датчиков с токовым выходным сигналом

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_6 + P_{\pm}}{P_{m(a)}}, \quad (11)$$

– для датчиков с выходным сигналом в цифровом формате

$$N_p = N_0 + (N_m - N_0) \frac{P_6 + P_{\pm}}{P_{m(a)}}, \quad (12)$$

где I_p , I_0 , I_m , N_p , N_0 , N_m – то же что в формулах (4) и (8);

P_6 – атмосферное давление в помещении, где проводят проверку, МПа;

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

$P_{(+)}$ – избыточное давление, подаваемое в датчик, МПа;

$P_{(-)}$ – разрежение, создаваемое в датчике; значение разрежения в МПа подставляют в формулы (11) и (12) со знаком минус.

Расчетные значения избыточного давления и разрежения вычисляют по формулам

$$P_{(+)} = P_a - P_6, \quad (13)$$

$$P_{(-)} = P_6 - P_a, \quad (14)$$

где P_a – номинальное значение абсолютного давления, МПа.

Вблизи нуля абсолютного давления датчик поверяют, создавая на его входе разрежение

$$P_{m(-)} = (0,90 \dots 0,95) \cdot P_6, \quad (15)$$

при котором расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_6 - P_{m(-)}}{P_{m(a)}}, \quad (16)$$

Значение выходного сигнала в цифровом формате (N) определяют по формуле такой же структуры, заменяя обозначение I на обозначение N.

Расчетные значения выходного сигнала при атмосферном давлении на входе датчика определяют по формуле

$$I_p = I_0 + (I_m - I_0) \frac{P_6}{P_{m(a)}}, \quad (17)$$

Максимальное значение избыточного давления $P_{m(+)}$, при котором расчетное значение выходного сигнала $I_p = I_m$, определяют по формуле

$$P_{m(+)} = P_{m(a)} - P_6, \quad (18)$$

При поверке датчика с верхними пределами измерений $P_{m(a)} \leq 2,5$ МПа, значение атмосферного давления P_6 определяют с погрешностью не более, чем

$$\Delta_6 \leq \alpha_p \cdot \gamma \frac{P_{m(a)}}{100}, \quad (19)$$

где Δ_6 – абсолютная погрешность, МПа;

α_p, γ – то же, что в п. 5.4.4, п. 5.4.6;

$P_{m(a)}$ – верхний предел измерений поверяемого датчика.

При поверке датчиков с верхним пределами измерений $P_{m(a)} > 2,5$ МПа в формулах (11 – 18) допускается подставлять значение $P_6 = 0,1$ МПа, если атмосферное давление находится в пределах от 0,098 до 0,102 МПа.

В зависимости от верхних пределов измерений поверяемых датчиков их основную погрешность определяют при m значениях измеряемой величины в соответствии с таблицей 3 и с учетом требований п. 5.4.9.

Таблица 3

Верхние пределы измерений, МПа	Число поверяемых точек, <i>m</i>	
	В области $P_a \leq P_6$	В области $P_a \geq P_6$
0,1	3	–
0,16	2	2
0,25	1	3
От 0,4 до 2,5	1	4
Свыше 2,5	–	5

Перед проверкой проводят калибровку нижнего предела измерений датчика при значении давления, соответствующего разрежению $P_{m(-)}$ в указанных пределах (15). Расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (16). Допускается проводить калибровку при атмосферном давлении для верхних пределов измерений более 0,16 МПа, расчетное значение выходного сигнала определяют по формуле (17).

5.4.11 Основную погрешность γ_δ в % нормирующего значения (п. 5.4.6) вычисляют по приведенным ниже формулам.

При проверке датчиков по способу 1 (п. 5.4.1):

$$\gamma_\delta = \frac{I - I_p}{I_m - I_0} \cdot 100, \quad (20)$$

$$\gamma_\delta = \frac{U - U_p}{U_m - U_0} \cdot 100, \quad (21)$$

$$\gamma_\delta = \frac{N - N_p}{N_m - N_0} \cdot 100, \quad (22)$$

где I – значение выходного сигнала постоянного тока, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины, мА;

U – значение падения напряжения на эталонном сопротивлении, полученное экспериментально при измерении выходного сигнала и номинальном значении входной измеряемой величины (давления), мВ или В;

N – значение выходного сигнала датчика в цифровом формате, полученное экспериментально при номинальном значении измеряемой величины;

остальные обозначения те же, что в формулах (1, 2, 8).

При проверке датчиков по способу 2 (п. 5.4.1):

$$\gamma_\delta = \frac{P - P_{ном}}{P_m} \cdot 100, \quad (23)$$

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 – диапазон измерений поверяемого датчика, кПа, МПа.

Вычисление γ_δ выполняют с точностью до третьего знака после запятой.

5.5 Результаты поверки датчиков

5.5.1 Датчик признают годным при первичной поверке, если на всех поверяемых точках модуль основной погрешности $|\gamma_a| \leq \gamma_k \cdot \gamma$.

5.5.2 Датчик признают негодным при первичной поверке, если хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной погрешности $|\gamma_a| > \gamma_k \cdot \gamma$.

5.5.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если на всех поверяемых точках при первом или втором цикле определения основной погрешности $|\gamma_a| \leq \gamma_k \cdot \gamma$.

5.5.4 Датчик признают негодным при периодической поверке:

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

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

Обозначения: $(\delta_M)_{\text{ва max}}$ – по п. 5.4.3; γ_k – по п. 5.4.4; γ – по п. 5.4.6.

5.5.5 Допускается вместо вычислений по экспериментальным данным значений погрешности γ_a контролировать ее соответствие предельно допускаемым значениям.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки удостоверяются оттиском поверительного клейма, который наносится в паспорт, и/или оформляется свидетельство о поверке. Знак поверки наносится в соответствующий раздел паспорта и/или на бланк свидетельства о поверке

6.2 При отрицательном результате поверки поверяемый датчик не допускается к дальнейшему применению, выдают извещение о непригодности.