

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии

ФГУП «ВНИИМС»

Н. В. Иванникова



« 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ ДМ5017

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

**5Ш0.283.488МП
с изменением № 1**

2021 г.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на датчики давления ДМ5017 (в дальнейшем датчики), предназначенные для непрерывных измерений и преобразования избыточного давления (ДМ5017ДИ, ДМ5017ДИ1), абсолютного давления (ДМ5017ДА), разрежения (ДМ5017ДВ, ДМ5017ДВ1), давления-разрежения (ДМ5017ДВИ, ДМ5017ДВИ1) и разности давлений (ДМ5017ДД) в электрический унифицированный выходной сигнал, а так же цифровой сигнал на базе HART-протокола или протокола ModBus с отображением измеренного значения давления на ЖК-дисплее (для датчиков модели ДМ5017-ЖКИ), а также для формирования пропорциональных логических сигналов управления типа «сухой контакт» и устанавливает методику первичной (до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта) и периодической (в процессе эксплуатации) проверок датчиков и обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к Государственному первичному эталону.

(Измененная редакция, Изм. №1).

1.2 Допускается в соответствии с заявлением владельца СИ проведение поверки по одному из выходных сигналов (аналоговому или цифровому), соответствующими одной и той же входной измеряемой величине, а также поверки на рабочем (настроенном) диапазоне измерений датчиков.

(Измененная редакция, Изм. №1).

2. Операции поверки

2.1 Операции, проводимые при поверке датчиков, должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Операции поверки	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	6.1	да	да
2	Проверка идентификационных данных программного обеспечения	6.2	да	да
3	Проверка установки нулевого значения	6.3	да	да
4	Опробование	6.4	да	да
5	Определение основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности и вариации выходного сигнала	6.5	да	да
6	Результаты поверки датчиков	6.6	да	да
7	Оформление результатов поверки	7	да	да

(Измененная редакция, Изм. №1).

3. Средства поверки

3.1 Для поверки датчиков должны применяться следующие средства поверки:

- Манометры грузопоршневые МП: МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-600, пределы допускаемой погрешности измерений давления, %: $\pm 0,005$; $\pm 0,01$; $\pm 0,02$; $\pm 0,05$; МП-2500, пределы допускаемой погрешности измерений давления, %: $\pm 0,01$; $\pm 0,02$; $\pm 0,05$. В основном диапазоне измерений от $0,1 \cdot P_{\max}$ до P_{\max} погрешность нормируется в % от измеряемой величины; в дополнительном диапазоне измерений от P_{\min} до $0,1 \cdot P_{\max}$ погрешность нормируется в % от $0,1 \cdot P_{\max}$ (где P_{\min} – нижний предел диапазона измерений, P_{\max} – верхний предел диапазона измерений).

- Мановакуумметр грузопоршневой МВП-2,5, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,05$ % от измеряемой величины; $\pm 0,02$ % от измеряемой величины.

Манометр грузопоршневой МПА-25, пределы допускаемой погрешности измерения избыточного и абсолютного давления, % $\pm 0,003$; $\pm 0,005$; $\pm 0,008$; $\pm 0,01$. В основном диапазоне измерений от $0,1 \cdot P_{\max}$ до P_{\max} погрешность нормируется в % от измеряемой величины; в дополнительном диапазоне измерений от P_{\min} до $0,1 \cdot P_{\max}$ погрешность нормируется в % от $0,1 \cdot P_{\max}$ (где P_{\max} – верхний предел диапазона измерений; P_{\min} – нижний предел диапазона измерений).

- Микроманометры жидкостные компенсационные с микрометрическим винтом МКВК-250. Пределы допускаемой основной погрешности, % от ВПИ: $\pm 0,02$.

- Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), пределы допускаемой основной погрешности:

$\pm(0,01$ % показания $+1$ мкА) в диапазоне ± 25 мА, $R_{\text{вх}} < 10$ МОм.

$\pm(0,01$ % показания $+1$ мкА) в диапазоне от 0 до 25 мА, $R_{\text{нагр}} \leq 1140$ Ом (20 мА), 450 Ом (50 мА).

$\pm(0,006$ % показания $+0,25$ мВ) в диапазоне от 1 до 60 В при $R_{\text{вх}} > 2$ МОм.

$\pm(0,007$ % показания $+0,1$ мВ) в диапазоне от -3 до $10/24$ В при $I_{\text{макс}} = 5$ мА.

- Мультиметр 3458А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности:

- на пределе измерений 100 мА: $\pm(25 \times 10^{-6}D + 4 \times 10^{-6}E)$

- на пределе измерений напряжения постоянного тока 10 В: $\pm(0,5 \times 10^{-6}D + 0,05 \times 10^{-6}E)$

где: D - показание прибора, E - предел измерений.

- Вольтметр универсальный цифровой GDM-78261. Предел измерений 10,00000 В. Пределы допускаемой основной погрешности, $\pm(\%$ от измеренного значения $+$ % от диапазона): $\pm(0,0040 + 0,0007)$. Предел измерений 100,0000 мА. Пределы допускаемой основной погрешности, $\pm(\%$ от измеренного значения $+$ % от диапазона): $\pm(0,05 + 0,005)$.

- Вольтметр цифровой интегрирующий Ц 1516, Пределы основной допускаемой погрешности, %: $\pm[0,01 + 0,005(U_n/U_x - 1)]$ U_n – верхний предел установленного диапазона измерений, В; U_x – показание вольтметра, В.

- Магазин сопротивлений P4831-M1, класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$

- Газожидкостные разделительные камеры для случая, когда рабочие среды поверяемого прибора и эталона имеют разные фазовые состояния (газ и жидкость или жидкость и газ).

- Жидкостные разделительные камеры на рабочие давления до 60 МПа для приборов кислородного исполнения имеющих на корпусе и в паспорте обозначение изменяемой среды ("Кис" - для кислорода), поверка которых должна производиться на жидкостях, не реагирующих с измеряемой средой.

(Измененная редакция, Изм. №1).

3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих соотношение пределов допускаемых основных погрешностей эталонов (комплекта эталонов) и поверяемых СИ согласно Государственной поверочной схеме.

При выборе эталонов должны быть соблюдены условия, изложенные в п. 5.3.6. документа МИ 1997-89 Рекомендация ГСИ «Преобразователи давления измерительные. Методика поверки».

3.3 Эталоны, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства об аттестации эталонов единиц величин или действующие свидетельства о поверке (в случае, если эталон утвержденного типа СИ). Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке или калибровки.

(Измененная редакция, Изм. №1).

4. Подготовка и условия поверки

4.1 Температура окружающего воздуха должна быть от плюс 21 до плюс 25 °С.

4.2 Относительная влажность окружающего воздуха должна быть от 30 до 80 %.

4.3 Атмосферное давление в помещении, где проводят поверку (далее - атмосферное давление) от 84 до 106,7 кПа;

4.4 Рабочие среды эталонов и поверяемых датчиков должны соответствовать их документации.

4.5 Погрешность, вносимая разделительной камерой, не должна превышать 0,2 предела допускаемой основной погрешности датчика.

4.6 Устройство для создания давления должно обеспечивать плавное повышение и понижение давления, а также постоянство давления во время снятия показаний и выдержке приборов под давлением, равным верхнему пределу измерений.

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

$$\Delta H \leq 10^{-3} \gamma ((P_{\max} - P_{\text{в}}) / \gamma \cdot g),$$

где: γ – пределы допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности поверяемого датчика.

$(P_{\max} - P_{\text{в}})$ – диапазон измерений;

γ – плотность рабочей среды, кг/дм³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

4.8 При отсутствии технической возможности выполнения требований п. 4.6 настоящей методики в показания эталона (или поверяемого датчика) должна быть внесена поправка Δp , учитывающая влияние столба рабочей среды: $\Delta p = \gamma \cdot g \cdot \Delta H$.

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

Примечания:

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

2. Сдаваемые в поверку датчики давления ДМ5017, предназначенные для измерений давления кислорода, должны сопровождаться письменной гарантией обезжиривания за подписью ответственного лица, заверенную печатью владельца СИ, 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 эталона 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.

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

4.10 Сопротивление нагрузки при поверке датчиков с выходным сигналом (4-20) мА, должно быть 500 Ом;

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

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

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

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

5. Требования безопасности

5.1 Требования эксплуатации

5.1.1 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерений датчика.

5.1.2 Запрещается снимать датчик с устройства для создания давления при наличии давления в системе.

6. Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения), дисплея, влияющих на эксплуатационные свойства. Дисплей должен быть чистым и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчету показаний.

6.1.2 Соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим их взаимного смещения.

6.1.3 Клеммные колодки и (или) разъемы для внешних соединений не должны иметь повреждений.

6.1.4 Датчики, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

6.2 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

6.2.2 В связи с тем, что ПО является встроенным, конструкция датчика обеспечивает полное ограничение доступа к ПО и номер версии на дисплее не отображается, проверка идентификационных данных не проводится.

6.3 Проверка установки нулевого значения

6.3.1 Перед проверкой установки нулевого значения датчика необходимо выдержать его под давлением в пределах (90 - 100) % верхнего предела диапазона измерений в течении (1 - 2) мин и провести коррекцию временного дрейфа нуля и диапазона, нижнего и верхнего пределов выходного сигнала.

6.3.2 Показания дисплея датчика при отсутствии давления должны быть установлены в нулевое значение с допусаемым отклонением.

6.4 Опробование

6.4.1 Опробование проводят путем подачи давления три раза от нижнего до верхнего предела диапазона измерений. При этом должно наблюдаться изменение показаний датчика и выходного сигнала.

6.5 Определение основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности и вариации выходного сигнала

6.5.1 Допускаемая основная приведенная (от диапазона измерений) погрешность датчика определяется, как максимальное отношение основной абсолютной погрешности к диапазону измерений, выраженное в процентах.

Основную абсолютную погрешность датчика следует определять как максимальную разность между показаниями датчика и значением давления, определяемого по эталону.

6.5.2 Поверка датчика должна проводиться одним из способов:

1) По эталону на входе датчика устанавливают измеряемый параметр (давление), равный номинальному, а по другому эталону измеряют значение выходного сигнала.

2) По эталону на выходе датчика устанавливают расчетное значение выходного сигнала, соответствующее номинальному значению измеряемого параметра, а по другому эталону измеряют значение этого параметра на входе датчика.

3) 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 (Для считывания информации по цифровому сигналу к выходу датчика подключают коммуникатор (протоколы HART, ModBus, ProfiBus), или HART-модем (протокол HART), или преобразователь интерфейса RS-485-USB с программным обеспечением для связи с персональным компьютером и считывания информации с цифрового выхода датчика. Могут использоваться другие устройства для считывания информации, в соответствии с требованиями технической документации на датчик.

Примечания:

1. Проверка датчиков 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 проверяемый датчик. Выбор выходного сигнала допускается проводить по запросу заявителя, на основании его письменного заявления.

2. По заявлению заказчика датчик может поверяться на рабочем (настроенном) диапазоне.

3. В случае перенастройки датчика на другой диапазон измерений, пределы допускаемой основной приведенной погрешности не должны превышать значения, указанные в таблице 2.

4. При определении основной погрешности датчика с цифровым выходным сигналом значения выходного параметра могут считываться с цифрового индикатора.

Таблица 2

Код модели	Пределы допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности γ , %	
	$(P_{\max}/P_B) \leq 4$	$(P_{\max}/P_B) > 4$
1,2,11	$\pm 0,25$	$\pm(0,05 + 0,05 \cdot (P_{\max}/P_B))$
3-10	$\pm 0,06$	$\pm(0,05 \cdot (P_{\max}/P_B) - 0,14)$
	$\pm 0,10$	$\pm(0,05 \cdot (P_{\max}/P_B) - 0,1)$
	$\pm 0,15$	$\pm(0,05 \cdot (P_{\max}/P_B) - 0,05)$
	$\pm 0,20$	$\pm(0,05 \cdot (P_{\max}/P_B))$
	$\pm 0,25$	$\pm(0,05 + 0,05 \cdot (P_{\max}/P_B))$

Примечания:
 1) где P_{\max} – максимальный верхний предел диапазона измерений;
 P_B – диапазона измерений кода модели, выбранный из ряда.
 2) Вариация цифровых и аналоговых выходных сигналов не превышает модуль допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности γ , %

(Измененная редакция, Изм. №1).

6.5.3 Число проверяемых точек диапазона измерений датчика должно быть не менее 5.

Проверяемые точки должны быть распределены примерно равномерно в пределах всего диапазона измерений, включая нижнее (в случае когда нижнее значение диапазона измерений «0», в качестве точки отсчета, используется текущее атмосферное давление) и верхнее предельные значения.

При проверке вакуумметра с верхним пределом измерений 0,1 МПа (1 кгс/см²) отсчет показаний и выдержку под давлением проводят при давлении, равном минус (0,09-0,095) МПа ((0,9-0,95) кгс/см²).

6.5.4 При проверке давление плавно повышают и проводят отсчет показаний. Затем датчик выдерживают в течении 5 мин под давлением, равным верхнему пределу измерений. После чего давление плавно понижают и проводят отсчет показаний при тех же значениях давления, что и при повышении давления.

6.5.5 Значение основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности датчика в любой (i) точке как при прямом, так и обратном ходе определяется по формуле (1)

$$\gamma_{li} = \frac{P_i - P_{эм}}{P_{\max} - P_0} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где: γ_{li} – основная приведенная погрешность (от диапазона измерений) датчика в (i) точке, %;

P_i - показание поверяемого датчика в данной точке;

$P_{эт}$ - показание эталонного прибора в данной точке;

$P_{max} - P_0$ - диапазон измерений датчика.

6.5.6 При первичной поверке значения основной погрешности и вариации выходного сигнала определять для одного (любого) диапазона измерений и любых единиц величин.

6.5.7 Вариацию цифровых и аналоговых выходных сигналов датчика определяют, как разность показаний при повышающемся и понижающемся давлении для каждой проверяемой точки, кроме значений, соответствующих верхнему и нижнему пределам измерений.

6.5.8 При периодической поверке значения основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности и вариации цифровых и аналоговых выходных сигналов определять для диапазона измерений и единиц величин, указанных в паспорте, на остальных диапазонах достаточно проводить поверку в двух точках:

- в точках, которым соответствуют максимальная и минимальная погрешность на полностью проверяемом диапазоне измерений, если погрешности во всех точках имеют один знак;

- в точках, которым наибольшая положительная погрешность и наибольшая отрицательная погрешность, если погрешности имеют разные знаки.

6.5.9 При поверке датчиков по выходному сигналу от 4 до 20 мА дополнительно по другому рабочему эталону измеряют соответствующее значение выходного сигнала (тока (амперметром) или падения напряжения на эталонном сопротивлении (при помощи вольтметра и магазина сопротивления)).

6.5.10 Значение основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности выходного сигнала прибора (γ_c) вычисляют по формулам (2), (3)

$$\gamma_c = \frac{\Delta_c}{I_m - I_0} \times 100, \quad (2)$$

$$\gamma_c = \frac{\Delta_c}{U_m - U_0} \times 100, \quad (3)$$

где: Δ_c – абсолютная погрешность выходного сигнала в каждой поверяемой точке;

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

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

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

6.5.12 Основную приведенную (к диапазону измерений) погрешность срабатывания сигнализирующего устройства определяют не менее чем на трех точках диапазона, задавая уставки в пределах диапазона измерений. Минимальный диапазон уставок должен быть не менее 0,1% верхнего предела измерений, включение/выключение уставок датчика задается в пределах от 0 до 10% от диапазона измерений.

6.5.13 Вариацию срабатывания сигнализирующего устройства определяют на трех точках диапазона по данным, полученным экспериментально при определении основной погрешности для каждой уставки.

Примечание: Допускается в соответствии с заявлением владельца СИ не проводить поверку в части определения основной приведенной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства.

6.5.14. Датчики давления ДМ5017, предназначенные для измерений давления кислорода по окончании поверки встряхивают штуцером вниз над чистым листом бумаги. Если после высыхания на бумаге будут обнаружены жировые пятна прибор бракуют, а кислородная разделительная камера должна быть обезжирена.

6.6 Результаты поверки датчиков

6.6.1 Датчик признают годным при первичной поверке если:

- на всех поверяемых точках модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности $|\gamma_c|$ не превышает $0,8\gamma$ значений допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности, указанных в таблице 2.

- на всех поверяемых точках значение вариации цифровых и/или аналоговых выходных сигналов не превышает значений, указанных в таблице 2.

- на всех поверяемых точках модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства не превышает значений, указанных в таблице 3.

- на всех поверяемых точках вариация срабатывания сигнализирующего устройства, не превышает $0,6$ значения основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства γ_{cy} .

Таблица 3

Код модели	Пределы допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства γ_{cy} , %	
	$(P_{max}/P_B) \leq 4$	$(P_{max}/P_B) > 4$
1,2,11	$\pm 0,25$	$0,05 + 0,05 \cdot (P_{max}/P_B)$
3-10	$\pm 0,06$	$0,05 \cdot (P_{max}/P_B) - 0,1$
	$\pm 0,10$	$0,05 \cdot (P_{max}/P_B) - 0,1$
	$\pm 0,15$	$0,05 \cdot (P_{max}/P_B) - 0,05$
	$\pm 0,20$	$0,05 \cdot (P_{max}/P_B)$
	$\pm 0,25$	$0,05 + 0,05 \cdot (P_{max}/P_B)$

(Измененная редакция, Изм. №1).

6.6.2 Датчик признают негодным при первичной поверке если:

- хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности $|\gamma_c|$ превышает $0,8\gamma$, значения допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности, указанные в таблице 2.

- хотя бы в одной поверяемой точке значение вариации цифровых и/или аналоговых выходных сигналов превышает значения, указанные в таблице 2.

- хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства γ_{cy} превышает значения, указанные в таблице 3.

- хотя бы в одной поверяемой точке вариация срабатывания сигнализирующего устройства, превышает $0,6$ значения основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства γ_{cy} .

6.6.3 Датчик признают годным при периодической поверке, если:

- на всех поверяемых точках модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности $|\gamma_c|$ и значение вариации цифровых и/или аналоговых выходных сигналов не превышают значений допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности и вариации выходных сигналов, указанных в таблице 2.

- на всех поверяемых точках модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства не превышают значений, указанных в таблице 3.

- на всех поверяемых точках вариация срабатывания сигнализирующего устройства, не превышает $0,6$ значения основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства γ_{cy} .

6.6.4 Датчик признают негодным при периодической поверке, если:

- хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности $|\gamma_c|$ и значение вариации цифровых и/или аналоговых выходных сигналов превышают значения допускаемой основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности и вариации выходных сигналов, указанные в таблице 2.

- хотя бы в одной поверяемой точке модуль основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства превышают значения, указанные в таблице 3.

- хотя бы в одной поверяемой точке вариация срабатывания сигнализирующего устройства, превышает 0,6 значения основной приведенной (от диапазона измерений) погрешности срабатывания сигнализирующего устройства γ_{cy} .

7. Оформление результатов поверки

7.1 В случае положительных результатов поверки, результаты поверки средства измерений подтверждаются сведениями в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки наносится знак поверки на корпус датчика, как показано на рисунке 1 и (или) выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт вносится запись о проведении поверки.

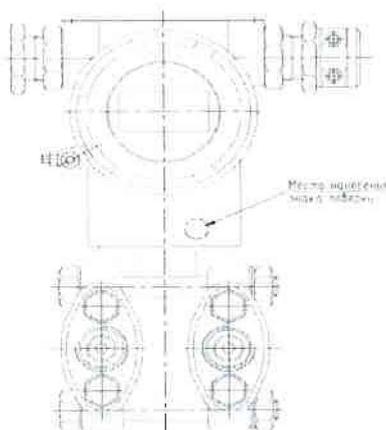


Рисунок 1

(Измененная редакция, Изм. №1).

7.2 В случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений и соответствующей записи в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Датчик к дальнейшей эксплуатации не допускается.

(Измененная редакция, Изм. №1).

Зам. начальника отдела метрологического
обеспечения измерений давления
ФГУП «ВНИИМС»

Р. В. Кузьменков

