

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО



Руководитель ИЦ  
ФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова

«25» июня 2021 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Датчики давления PIEZUS**

**Методика поверки**

**МП 202-005-2021**

## Общие положения

Настоящая методика распространяется на датчики давления PIEZUS, изготавливаемые ООО «Пьезус», г. Москва.

Датчики давления PIEZUS (далее – датчики) предназначены для непрерывного преобразования значения измеряемого параметра – избыточного (в том числе разрежения), абсолютного давления, разности давлений нейтральных и агрессивных газообразных и жидких сред в унифицированный аналоговый выходной сигнал постоянного тока или напряжения и/или в цифровой выходной сигнал HART, UART, CAN, Modbus RTU, 1-Wire и/или в цифровое значение, отображаемое на встроенном дисплее. Датчики могут использоваться для определения уровня однородных жидкостей путем измерения гидростатического давления.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки датчиков.

Поверяемые средства измерений должны иметь прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы давления в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339, Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от  $1 \times 10^{-1}$  до  $1 \times 10^7$  Па», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900 и Государственному первичному эталону единицы разности давлений в соответствии с ГОСТ 8.187-76 «Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений разности давлений до  $4 \cdot 10^4$  Па»

## 1. Перечень операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	При первичной поверке	При периодической поверке
Внешний осмотр средств измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средств измерений	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

1.2 Операции поверки, приведенные в таблице 1 выполняются в полном объеме для первичной и периодической поверки.

## 2. Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +21 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

- значение постоянного тока питания датчика выбирают в соответствии с руководством по эксплуатации;

- колебания давления окружающего воздуха, вибрация, тряска, удары, наклоны, магнитные поля и другие возможные воздействия на датчик при его поверке не должны приводить к выходу за допускаемые значения метрологических характеристик;

### 3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1. К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на проведение поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

3.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки.

### 4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Подготовка к поверке, опробование средства измерений и определенис метрологических характеристик	Манометры грузопоршневые	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339	Манометры грузопоршневые МП-6, МП-600, МП-1000, МП-2500 и др. (Пер. №52189-16).
	Калибраторы давления	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2018 г. № 1339, Рабочие эталоны 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 и рабочие эталоны 2-го и 3-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.027-2001	Калибраторы давления Crystal (модели M1, WT, XP2i, nVision, HPC41 и др.) (Пер. №64480-16)
	Манометры грузопоршневые	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900	Манометры грузопоршневые МПА-10, МПА-500, МПА-100 и др. (Пер. №77114-19)
	Барометры	Рабочие эталоны 1-го, 2-го и 3-го разряда в соответствии с приказом Федерального	Барометры рабочие сетевые БРС-1М и др.

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
		агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900	(Пер. №16006-97)
	ПК с предустановленным ПО P-Modbus, P-HART, P-CAN, P-UART, P-1Wire*	-	-
	Источник питания постоянного тока*	-	-
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха, влажности воздуха и атмосферного давления	Измерение температуры окружающей среды от минус 10 до плюс 60 °С, $\Delta = \pm 0,4$ °С. Измерение влажности воздуха в диапазоне от 10 до 98 %, $\Delta = \pm 3$ %. Измерение атмосферного давления в диапазоне 300 до 1200 гПа, $\Delta = \pm 5$ гПа	Приборы, комбинированные Testo 623 и др. (Пер. № 44744-10)
<p>Примечания:</p> <p>1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, испытательное оборудование должно быть аттестовано.</p> <p>2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.</p> <p>* В зависимости от модификации</p>			

## 5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2020);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

## 6. Внешний осмотр средств измерений

6.1 При внешнем осмотре датчика устанавливают:

- соответствие его внешнего вида технической документации и отсутствие видимых дефектов;
- наличие на корпусе датчика маркировки, соответствующей паспорту;
- отсутствие на датчике и кабеле загрязнений, дефектов, механических повреждений, влияющих на работоспособность датчика;
- наличие паспорта;
- комплектность поверяемого датчика должна соответствовать описанию типа;

## 7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки датчика выполняют следующие подготовительные работы:

- выдерживают датчик не менее 2 ч при температуре, указанной в п. 2.1, если иное не указано в технической документации;
- выдерживают датчик не менее 0,5 ч при включённом питании в соответствии с п. 2.1;
- проверяют на герметичность систему, состоящую из соединительных линий для передачи давления, эталонов и вспомогательных средств для задания и передачи измеряемой величины. Провести проверку герметичности системы. При проверке герметичности системы, предназначенной для поверки датчика, на место поверяемого датчика установить заведомо герметичное средство измерений с погрешностью измерений не более 2,5 % от значений давления, соответствующих верхнему пределу измерений поверяемого датчика, и позволяющее зафиксировать изменение давления на величину 0,5 % от заданного значения давления. Создать давление в системе равное верхнему пределу измерений поверяемого датчика, после чего отключить источник давления. Если в качестве эталона применяют грузопоршневой манометр, то его колонку и пресс также отключить. Систему считать герметичной, если после 3-х мин выдержки под давлением, равным или близким верхнему пределу измерений датчика, не наблюдается падения давления в течение последующих 2 мин. При необходимости время выдержки под давлением может быть увеличено.
- подключить датчик к эталонному средству измерений избыточного или абсолютного давления в соответствии с руководством по эксплуатации.
- если торец штуцера поверяемого средства измерений и торец поршня грузопоршневого манометра (чувствительный элемент калибратора) находятся на разных высотах, то необходимо внести поправку на гидростатическое давление.
- датчики с нормированным токовым выходным сигналом или сигналом по напряжению подключить к эталонному миллиамперметру или вольтметру (в зависимости от вида нормированного выходного сигнала) в соответствии с руководством по эксплуатации. Датчики с цифровым выходным сигналом подключить к ПК через преобразователь интерфейсов RS-485 - USB в соответствии с руководством по эксплуатации и установить связь между ПК и датчиком при помощи соответствующего ПО (P-Modbus, P-HART, P-CAN, P-UART, P-1Wire или аналогичного). Для датчиков, не имеющих нормированного токового или цифрового сигнала настоящий пункт не применяется.

## 8. Проверка программного обеспечения

8.1 Проверка идентификационных данных проводится в случае наличия ЖК индикатора путем сравнения версии ПО, отобразившейся на дисплее датчика при включении с версией, приведенной в таблице 3. В случае отсутствия ЖК индикатора, проверку ПО не производить.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
	Датчики с HART	Датчики с Modbus RTU	Датчики с CAN	Датчики с UART	Датчики с 1-Wire
Идентификационное наименование ПО	PZS_HRT	PZS_MDB	PZS_CAN	PZS_URT	PZS_IWR
Номер версии ПО	v2.4	v1.3	v1.1	v1.0	v1.0
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует

## 9. Определение метрологических характеристик средств измерений

9.1 Определение основной допускаемой приведенной погрешности (от диапазона измерений) давления определить методом прямого сличения с эталоном.

9.2 Методика измерений - плавный 2-кратный подход к каждой из проверяемых точек диапазона измерений со стороны меньших и больших значений давления с однократным отсчётом показаний при каждом подходе.

9.3 Погрешность определить при 5-ти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределённых в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему пределу измерений давления. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 25 % диапазона измерений и не быть менее 15 % диапазона измерений. Возможно отклонение последней точки от верхней границы до 5-ти % от диапазона измерений.

Для датчиков давления-разряжения допускается брать первую поверяемую точку в диапазоне от минус 90 до минус 80 кПа.

Для датчиков абсолютного давления допускается брать первую точку поверки с отклонением от нижнего предела измерений до 5-ти % от диапазона измерений.

9.4 Для датчиков абсолютного давления с верхним пределом более 250 кПа допускается применять эталон избыточного давления, давления-разряжения и эталонный барометр. Номинальным значением будет считаться сумма показаний эталона избыточного давления (давления-разряжения) и эталонного барометра. При этом, результат геометрического суммирования абсолютных погрешностей эталона избыточного давления и эталонного барометра рассчитанный по формуле 1, должен иметь соотношение с абсолютной погрешностью поверяемого датчика, не менее, предусмотренного действующей Государственной поверочной схемой.

$$\Delta P_{\text{ном}} = \sqrt{\Delta_{\text{изб.}}^2 + \Delta_{\text{бар.}}^2} \quad (1)$$

Где:  $\Delta_{\text{изб.}}$  - абсолютная погрешность эталона избыточного давления, (давления-разряжения);

$\Delta_{\text{бар.}}$  - абсолютная погрешность эталонного барометра;

$\Delta P_{\text{ном}}$  - геометрическая сумма абсолютных погрешностей эталона избыточного давления и эталонного барометра;

9.5 Произвести корректировку нуля (в случае наличия) в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.6 Установить давление в системе равное первой выбранной точке согласно п. 9.3.

9.7 Снять показания с поверяемого датчика и эталонного средства (эталонных средств) измерений при приближении к выбранному значению давления со стороны меньших значений (при прямом ходе) и со стороны больших значений (при обратном ходе)

Для датчиков с нормированным токовым выходным сигналом снятие показаний производить с миллиамперметра или вольтметра (в зависимости от выходного сигнала конкретного датчика).

Для датчиков с цифровым сигналом снятие показаний производить с экрана ПК.

Для датчиков, не имеющих нормированного токового и/или цифрового сигнала снятие производить с ЖК дисплея датчика.

Перед проверкой при обратном ходе датчик выдерживают в течение 5 минут при верхнем предельном значении давления, соответствующего верхнему пределу измерения давления.

9.8 Аналогично произвести измерения давления для остальных контрольных точек.

## 10. Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

10.1 Выполнить расчет приведённой погрешности измерений,  $\gamma_p$ , %, по формулам (2), (3) или (4), в зависимости от выходного сигнала:



$$\gamma_{\delta} = \frac{I - I_p}{I_m - I_o} \cdot 100, \% \quad (2)$$

$$\gamma_{\delta} = \frac{U - U_p}{U_m - U_o} \cdot 100, \% \quad (3)$$

$$\gamma_{\delta} = \frac{P - P_p}{P_m - P_o} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где:

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

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

P - экспериментально полученное значение выходного давления на внешних показывающих устройствах (ПК/ЖК индикатор);

I<sub>p</sub>, U<sub>p</sub> - соответственно, расчетные значения тока (мА) и напряжения (В);

I<sub>m</sub> и I<sub>o</sub> - соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, мА;

U<sub>m</sub>, U<sub>o</sub> - соответственно верхнее и нижнее предельные значения напряжений (мВ или В);

P<sub>m</sub>, P<sub>o</sub> - соответственно верхнее и нижнее предельные значения измеряемого давления МПа, кПа и др.

P<sub>p</sub> - расчетное давление показывающего устройства датчика (ЖК индикатор) и (или) монитора компьютера, численно равно номинальному значению входного давления, МПа, кПа и др.

10.3 Результат поверки считается положительным, если значения приведенной погрешности измерений давления в каждой контрольной точке не превышают нормированного значения допускаемой приведенной основной погрешности измерений.

## 11. Оформление результатов поверки

11.1 Положительные результаты поверки датчиков передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца датчика оформляется свидетельство о поверки и (или) наносится знак поверки в паспорт датчика.

11.2 При отрицательных результатах поверки данные передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и оформляется извещение о непригодности. Датчик к дальнейшей эксплуатации не допускают.

Заместитель начальника отдела 202



Р.В. Кузьменков