

**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 1×10^{-1} до 1×10^7 Па», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 декабря 2019 г. № 2900 и Государственному первичному эталону единицы разности давления 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 определение 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	(Рег. №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. (Рег. № 44744-10)
<p>Примечания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены, испытательное оборудование должно быть аттестовано. 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью. <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-1 Wire 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_1WR
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, $\gamma_{\text{п}}$, %, 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_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);

P_m, P_o - соответственно верхнее и нижнее предельные значения измеряемого давления МПа, кПа и др.

P_p - 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