

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ"
(ФБУ «Ульяновский ЦСМ»)**

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ЦИ СИ
ФБУ «Ульяновский ЦСМ»

_____ Д.В. Злотов

_____ 09 _____ 2022 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи давления вибрационные струнные PWS**

**Методика поверки
120-01-093-2022 МП**

2022 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	3
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11 Оформление результатов поверки	8
Приложение А (рекомендуемое)	10
Приложение Б схема измерительной системы	12

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи давления вибрационные струнные PWS (далее – преобразователи), изготавливаемые фирмой Rocstest Ltd., Канада и устанавливает методику их первичной поверки до ввода в эксплуатацию.

1.2 Преобразователи предназначены для измерения порового давления воды или давления других жидкостей и температуры.

1.3 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – прямой метод измерений.

1.4 Преобразователи являются рабочими средствами измерений в соответствии с приказом Росстандарта от 19.06.2018 г. № 1339 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа». При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость преобразователей к государственному первичному эталону единицы давления – паскаля (ГЭТ 23-2010).

1.5 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при
		первичной поверке
Внешний осмотр	7.1	да
Подготовка к поверке и опробование	8.2	да
Определение метрологических характеристик	9	да
Определение допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений давления	9.1	да
Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры	9.2	да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10	да
Оформление результатов поверки	11	да

2.2 При получении отрицательного результата при проведении любой операции поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

Изменение температуры окружающей среды в процессе поверки не более $1,0 ^\circ\text{C}$.

Изменение атмосферного давления в процессе поверки не более 0,2 кПа.

Рабочая среда для преобразователей давления вибрационных струнных PWS – вода.

3.2 Перед началом поверки проверяется наличие средств поверки и вспомогательного оборудования, проводится их подготовка в соответствии с указаниями эксплуатационной документации. Проверяется наличие сведений о результатах поверки используемых средств поверки в Федеральном информационном фонде обеспечения единства измерений (далее ФИФ ОЕИ).

3.3 Преобразователь подготавливается к работе в соответствии с эксплуатационной документацией.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на преобразователи.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям п. 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года №707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный, Testo 622, [(- 10)- 60] °С, (10 - 98) %, (300 – 1200) гПа ПГ $\pm 0,4$ °С, ПГ ± 3 %, ПГ ± 5 гПа рег. номер в ФИФ ОЕИ 53505-13
	Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 10 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %	
	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,2$ кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, (800 – 1060) гПа, ПГ ± 2 гПа рег. номер в ФИФ ОЕИ 5738-76
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений); п. 8.3 Проверка герметичности системы	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653: диапазон измерений от 0 до 70 кПа, пределы допускаемой приведённой погрешности не более $\pm 0,1$ %	Калибратор давления автоматический ЭЛЕМЕР-АКД-12К, (модификация ЭЛЕМЕР-АКД-12КИ-852-А0), [(- 100) – 160] кПа, 1 разряд, КТ 0,01, рег. номер в ФИФ ОЕИ 64273-16
	Средство измерения давления: диапазон измерений от 0 до 70 кПа, пределы допускаемой приведённой погрешности не более $\pm 0,1$ %	
		Преобразователь давления эталонный ПДЭ-010И (модель 130), (0 – 100) кПа, КТ А, рег. номер в ФИФ ОЕИ 33587-12

п. 9 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653: диапазон измерений от 0 до 70 кПа, пределы допускаемой приведенной погрешности не более $\pm 0,1$ %	Калибратор давления автоматический ЭЛЕМЕР-АКД-12К, (модификация ЭЛЕМЕР-АКД-12КИ-852-А0), $[(-100) - 160]$ кПа, 1 разряд, КТ 0,01, рег. номер в ФИФ ОЕИ 64273-16
	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.558-2009: диапазон измерений от минус 20 до 80 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2, $[(-50) - 450]$ °С, 2 разряд, ПГ $\pm(0,01 - 0,02)$ °С, рег. номер в ФИФ ОЕИ 32777-06
	Средство измерений резонансной частоты колебания струны: диапазон измерений от 1600 до 2000 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,005$ % Средство измерений электрического сопротивления: диапазон измерений от 2 до 4 кОм, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,15$ %	Регистратор данных портативный VWANALYZER, (300 – 6500) Гц, (37 – 670500) Ом, ПГ $\pm 0,005$ %, ПГ $\pm 0,15$ % рег. номер в ФИФ ОЕИ 66170-16
	Средство измерений сигналов термометров сопротивления: диапазон измерений от 0 до 1 кОм, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,01$ %	Преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный, Теркон, (0 - 1000) мВ, (0 - 1000) Ом, ПГ $\pm (0,0005 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot U)$ мВ, ПГ $\pm (0,0002 + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R)$ Ом, рег. номер в ФИФ ОЕИ 23245-08
	Средство воспроизведения температуры: диапазон воспроизводимых температур от минус 20 до 80 °С, нестабильность поддержания температуры не более $\pm 0,02$ °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.2, $[(-60) - 100]$ °С, НСТБ $\pm 0,01$ °С, рег. номер в ФИФ ОЕИ 33744-07
	Герметичный сосуд вместимостью не менее 3,5 дм ³ , с давлением 0,5 МПа	
	Примечание – Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых преобразователей с требуемой точностью.	

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности по ГОСТ 10.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности», а так же требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемые преобразователи, требования безопасности при использовании эталонных средств измерений, вспомогательного оборудования согласно эксплуатационной документации на них.

6.2 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники

безопасности и производственной санитарии.

6.3 Запрещается создавать давление, превышающее верхний предел измерения преобразователя.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре преобразователя устанавливается:

- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации;
- наличие, чёткость и соответствие маркировки описанию типа (технической документации);
- отсутствие коррозии, видимых механических повреждений и дефектов корпуса, фильтра, внешних покрытий, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики;
- отсутствие повреждений электрического кабеля.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки поверяемый преобразователь и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

8.1.2 Перед проведением поверки необходимо провести насыщение фильтра в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.1.3 Преобразователь и средства поверки должны быть выдержаны не менее 4 часов, в условиях, приведенных в п. 3 настоящей методики. При этом после насыщения фильтра он должен оставаться погружённым в воду.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании устанавливается работоспособность преобразователя. Допускается совмещать с определением метрологических характеристик.

8.2.2 Поместить преобразователь в герметичный сосуд (далее – сосуд), заполненный водой так, чтобы он был полностью погружён в воду. При этом фильтр не должен касаться дна сосуда (см. Приложение Б).

8.2.3 Для проверки работоспособности преобразователь необходимо подключить к считывающему устройству (1). Работоспособность проверяют, создавая измеряемое давление от нижнего до верхнего предела измерений. При этом на считывающем устройстве должно фиксироваться изменение частоты колебания струны и отображаться температура окружающей среды.

8.3 Проверка герметичности системы.

8.3.1 Собрать измерительную систему в соответствии с Приложением Б. К крану сброса (4) присоединить преобразователь давления эталонный.

8.3.2 С помощью калибратора давления (6) в сосуд подать давление, равное верхнему пределу измерений преобразователя и выдержать под этим давлением не менее 3-х минут. Затем с помощью крана давления (5) систему отключить от калибратора. Падение давления контролировать по преобразователю давления эталонному. Измерительную систему считают герметичной, если в течение последующих 2-х минут падение давления не превышает 0,2 % верхнего предела измерения поверяемого преобразователя.

8.3.3 В случае не герметичности системы проводят операции по поиску и устранению источников утечки давления и проверяют герметичность системы заново.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений давления.

9.1.1 Определение допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений давления преобразователя при измерении давления проводят методом сличения с действительными значениями давлений, воспроизводимыми с помощью калибратора давления в точках, соответствующих 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 верхнего предела измерений.

9.1.2 Поместить преобразователь в герметичный сосуд в соответствии с п. 8.2.2.

9.1.3 Собрать измерительную систему в соответствии с Приложением Б.

9.1.4 Подключить преобразователь к считывающему устройству в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.5 Проверить герметичность системы в соответствии с п. 8.3.

9.1.6 С помощью калибратора давления задать давление равное значению в контролируемой точке по п. 9.1.1.

9.1.7 При каждом значении давления фиксировать значения давления, задаваемые калибратором ($P_э$), значения частоты колебания струны (F) по показаниям считывающего устройства при возрастающем давлении (прямой ход), а затем при убывающем давлении (обратный ход). Значения записать в протокол поверки (Приложение А).

Перед поверкой при обратном ходе преобразователь выдерживают в течение 5 минут под воздействием верхнего предельного значения давления.

9.1.8 Рассчитать и занести в протокол (Приложение А) расчетные значения давления (P).

При измерении частоты сигнала преобразователя для преобразования в единицы линейных измерений (LU) использовать следующее уравнение:

$$L = K \cdot (F^2 / 1000), \text{ где}$$

L – показание в единицах линейных измерений (LU);

K – константа датчика = 1,0156;

F – частота, Гц

Для расчёта давления применять следующие уравнения, использующие единицы линейных измерений, отображаемые устройством отображения информации:

Линейное уравнение: $P = C_f(L - L_0)$, где

P – расчётное значение давления, кПа;

C_f – коэффициент калибровки (из паспорта преобразователя);

L – текущее показание в единицах линейных измерений (LU);

L_0 – начальное показание в единицах линейных измерений (LU) при прямом ходе.

Полиномиальное уравнение: $P = A \cdot L^2 + B \cdot L + C'$, где

P – расчётное значение давления, кПа;

L – текущее показание в единицах линейных измерений (LU);

A, B – коэффициенты калибровки (из паспорта преобразователя);

$C' = -A \cdot L_0^2 - B \cdot L_0$ – вычисленная константа, кПа.

Рассчитать приведённые погрешности и занести в протокол (Приложение А).

$$\delta_{прв} = ((P - P_э) / P_{вн}) \cdot 100 \text{ в } \%, \text{ где}$$

P – расчётное значение давления, кПа;

$P_э$ – давление, заданное калибратором, кПа;

$P_{вн}$ – верхний предел измерения поверяемого преобразователя, кПа

9.1.9 Полученные значения допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности измерений давления преобразователя при измерении давления не должны превышать $\pm 0,5 \%$.

9.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры.

9.2.1 Определение основной абсолютной погрешности преобразователя при измерении температуры проводят методом сличения с действительными значениями температуры в точках минус 20, 0, 25, 50, 80 °С.

9.2.2 Термометр сопротивления эталонный и поверяемый преобразователь поместить в термостат. Преобразователь должен быть полностью погружён в теплоноситель. Термометр сопротивления эталонный разместить в непосредственной близости от поверяемого преобразователя.

9.2.3 Повторить операцию по п. 9.1.4. Термометр сопротивления эталонный подключить к преобразователю сигналов ТС и ТП.

9.2.4 Органами управления термостата задать температуру равную значению в контролируемой точке по п. 9.2.1 и выдержать до установления теплового равновесия между термометром сопротивления эталонным и поверяемым преобразователем, но не менее 2-х часов. Зарегистрировать показания термометра сопротивления эталонного по преобразователю сигналов ТС и ТП ($t_{эi}$) и поверяемого преобразователя по считывающему устройству (t_{mi}). Повторить операцию для всех температур, указанных в п. 9.2.1, в диапазоне измерений при повышении температуры от наименьшего до наибольшего значения диапазона измерений.

9.2.5 Рассчитать и занести в протокол поверки (Приложение А) значения абсолютной погрешности измерений температуры (Δt_i) при i -ом значении температуры по формуле:

$$\Delta t_i = t_{mi} - t_{эi},$$

где $t_{эi}$ – показания термометра сопротивления эталонного при i -ом значении температуры, °С;

t_{mi} – показания термистора преобразователя давления, °С.

9.2.6 При использовании в качестве считывающего устройства мультиметра необходимо зафиксировать значения сопротивления термистора преобразователя давления.

При этом значение температуры (t_{mi}) рассчитывают по формуле:

$$t_{mi} = 1 / (1,4051 \cdot 10^{-3} + 2,369 \cdot 10^{-4} \cdot \ln R_{изм} + 1,019 \cdot 10^{-7} \cdot \ln^3 R_{изм}) - 273,15,$$

где $R_{изм}$ - измеренное сопротивление датчика, Ом.

9.2.7 Полученные значения абсолютной погрешности преобразователя при измерении температуры не должны превышать $\pm 0,5$ °С.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 На основании положительных результатов подтверждения соответствия метрологическим требованиям по пунктам 7 – 9 данной методики преобразователи признаются пригодными к применению.

10.2 На основании отрицательных результатов подтверждения соответствия метрологическим требованиям по пунктам 7 – 9 данной методики преобразователи признаются непригодными к применению.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки преобразователя оформляются в соответствии с требованиями:

11.1 Преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению.

Результаты поверки преобразователя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.2 Преобразователи, не удовлетворяющие установленным метрологическим требованиям, к эксплуатации не допускаются, сведения о поверке передаются в Федеральный

информационный фонд по обеспечению единства измерений с указанием причин непригодности.

По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки оформляются извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

Начальник БМО
ФБУ «Ульяновский ЦСМ»





Е.А. Бедоева

Инженер по метрологии 2 категории
ФБУ «Ульяновский ЦСМ»

А. В. Фокин

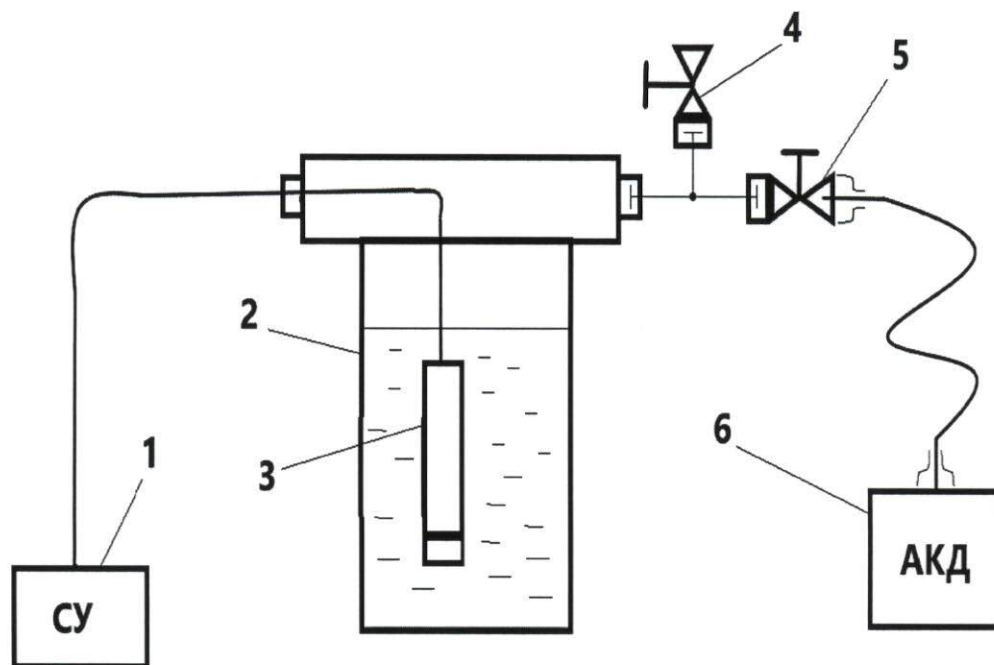
3.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений температуры

Заданное значение температуры, °С	Показания эталонного термометра, °С	Показания термистора преобразователя, °С	Абсолютная погрешность, °С
Минус 20			
0			
25			
50			
80			

4. Заключение: пригодно / непригодно к применению

Поверитель: _____
(подпись, фамилия, инициалы лица, выполнившего поверку)

Схема измерительной системы



- 1 – считывающее устройство (СУ)
- 2 – герметичный сосуд
- 3 – преобразователь давления струнный
- 4 – кран сброса
- 5 – кран давления
- 6 – калибратор давления (АКД)