

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



А.Н. Щипунов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Пистонфон 42АА

Методика поверки

МП 340-07-24

**р.п. Менделеево
2024 г.**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки пистонфона 42АА (далее – пистонфон), используемого в качестве средства измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Номинальный воспроизводимый уровень звукового давления (далее – УЗД), дБ (исх. 20 мкПа)	114
Доверительные границы ($P=0.95$) допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения УЗД, дБ	$\pm 0,3^*$
Частота воспроизводимого звукового давления, Гц	250
Пределы допускаемой основной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления, %	$\pm 1,0$
Коэффициент гармоник воспроизводимого звукового давления, %, не более	1,5
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности воспроизведения УЗД при рабочих условиях применения, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения, %	$\pm 1,0$
* При использовании поправок в соответствии с разделом 1.4.3 документа «Пистонфон 42АА. Руководство по эксплуатации»	

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы звукового давления в воздушной среде в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 ноября 2018 г. № 2537, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 19-2018.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сравнения результата измерения поверяемым средством измерений со значением, определенным эталоном.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При поверке выполнять операции, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение номинального воспроизводимого УЗД и доверительных границ основной относительной погрешности воспроизведения УЗД	да	да	8.1
Определение частоты воспроизводимого звукового давления и основной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления	да	да	8.2
Определение коэффициента гармоник воспроизводимого звукового давления	да	да	8.3
Определение дополнительной относительной погрешности воспроизведения УЗД при рабочих условиях применения и дополнительной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения	да*	нет	8.4
Оформление результатов поверки	да	да	9
* проводится при первичной поверке и после ремонта			

2.2 Не допускается проведение поверки пистонфона в сокращённом объёме.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 20 °С до 26 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 40 % до 65 %;
- атмосферное давление от 97 до 105 кПа.

При поверке должны соблюдаться требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требования эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 °С до +26 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 % до 65 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 97 до 105 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13
п. 8.1 Определение действительного воспроизводимого УЗД и доверительных границ основной относительной погрешности воспроизведения УЗД	Эталоны единицы звукового давления в воздушной среде – измерители звука, соответствующие требованиям к вторичным эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал (приказ Росстандарта № 2537 от 30.11.2018) (далее – ГПС), пределы допускаемой суммарной относительной погрешности измерений звукового давления в КМО на частоте (250±1) Гц не более ±0,1 дБ, границы неисключённой систематической погрешности измерений не более ±0,1 дБ	Государственный вторичный эталон единицы звукового давления в воздушной среде в диапазоне значений от 0,2 до 31,6 Па в диапазоне частот от 2 Гц до 100 кГц по Приказу Росстандарта № 2537 от 30 ноября 2018 г. (далее – ВЭТ)
п. 8.2 Определение частоты воспроизводимого звукового давления и основной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления	Микрофон измерительный типоразмера ½" с источником питания, коэффициент нелинейных искажений в диапазоне от 160 до 1250 Гц не более 0,2 %. Измеритель частоты сигнала в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц, с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,001 \cdot f_{\text{изм}}$, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты переменного тока	Микрофон измерительный конденсаторный с капсулем 4133 и усилителем предварительным 2633 (рег. № 15387-96); Усилитель микрофонный 12AA-S2 (рег. № 76634-19); Мультиметр цифровой 34410A (рег. № 47717-11)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.3 Определение коэффициента гармоник воспроизводимого звукового давления	<p>Микрофон измерительный типоразмера $\frac{1}{2}$" с источником питания, коэффициент нелинейных искажений в диапазоне от 160 до 1250 Гц не более 0,2 %.</p> <p>Измеритель коэффициента гармоник, диапазон измерений коэффициента гармоник при частоте первой гармоники от 10 Гц до 20 кГц от 0,01 до 50 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник не более $\pm 0,2$ %.</p>	<p>Микрофон измерительный конденсаторный с капсюлем 4133 и усилителем предварительным 2633 (рег. № 15387-96); Усилитель микрофонный 12АА-S2 (рег. № 76634-19); Измеритель коэффициента гармоник СК6-220 (рег. № 65885-16)</p>
п. 8.4 Определение дополнительной относительной погрешности воспроизведения УЗД при рабочих условиях применения и дополнительной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения	<p>Эталоны единицы звукового давления в воздушной среде – измерители звука, соответствующие требованиям к вторичным эталонам по ГПС, пределы допускаемой суммарной относительной погрешности измерений звукового давления в КМО на частоте (250 ± 1) Гц не более $\pm 0,1$ дБ, границы неисключённой систематической погрешности измерений не более $\pm 0,1$ дБ.</p> <p>Микрофон измерительный типоразмера $\frac{1}{2}$" с источником питания, коэффициент нелинейных искажений в диапазоне от 160 до 1250 Гц не более 0,2 %.</p> <p>Измеритель частоты сигнала в диапазоне частот от 160 до 1250 Гц, с абсолютной погрешностью в пределах $\pm 0,001 \cdot f_{\text{изм}}$, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты переменного тока.</p> <p>Климатическая камера с диапазоном установки температуры от минус 70 °С до плюс 180 °С, диапазоном установки относительной влажности от 10 % до 98 %</p>	<p>ВЭТ</p> <p>Микрофон измерительный конденсаторный с капсюлем 4133 и усилителем предварительным 2633 (рег. № 15387-96); Усилитель микрофонный 12АА-S2 (рег. № 76634-19); Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)</p> <p>Климатическая камера SE-600-3-3</p>

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования п. 2 руководства по эксплуатации пистонфона и средств поверки.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений, ослабления органов управления, а также креплений элементов конструкции пистонфона;
- полноту маркировки пистонфона, её сохранность, все надписи должны быть читаемы.

6.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 6.1.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- изучить руководство по эксплуатации на поверяемый пистонфон и используемые средства поверки;
- проверить комплектность поверяемого пистонфона;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в руководстве по эксплуатации).

7.2 Контроль условий поверки

Измерить температуру окружающего воздуха, относительную влажность окружающего воздуха непосредственно на месте поверки и атмосферное давление в помещении.

7.3 Опробование

При опробовании включить пистонфон в режим воспроизведения УЗД и на слух убедиться в наличии акустического сигнала.

7.4 Результаты подготовки к поверке и опробования средства измерений считать положительными, если выполнены требования раздела 3 и п. 7.3 настоящей методики.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

8.1 Определение номинального воспроизводимого УЗД и доверительных границ основной относительной погрешности воспроизведения УЗД

8.1.1 На эталоне установить капсулю микрофона типа LS2P на предусилитель, предусилитель подключить к блоку питания, соединить выход блока питания с входом мультиметра. Установить на мультиметре режим FUNCTION: «AC V», Range «Auto». Включить блок питания и мультиметр, прогреть в течение 10 минут.

8.1.2 Установить микрофон в камеру пистонфона таким образом, чтобы капсюль микрофона упирался в опорное кольцо камеры пистонфона.

Включить пистонфон в режим воспроизведения УЗД $L_{пуст}$ равного 114 дБ (исх. 20 мкПа). Через 30 секунд после включения пистонфона зафиксировать показания мультиметра U_i (В).

Вычислить измеренный УЗД L_{Pi} (дБ (исх. 20 мкПа)) по формуле (1):

$$L_{Pi} = 20 \lg \frac{U_i}{k P_0} + \Delta, \quad (1)$$

где U_i – показание мультиметра, В;

k – коэффициент преобразования (чувствительность) микрофона на частоте 250 Гц, мВ/Па;

$P_0 = 20$ мкПа;

$\Delta = 20 \lg \frac{P_a}{101,3}$ – корректирующая поправка на отклонение атмосферного давления P_a (кПа) от опорного давления 101,3 кПа, дБ.

Выключить пистонфон и вынуть микрофон из камеры пистонфона.

8.1.3 Повторить операции п. 8.1.2 не менее четырёх раз.

Вычислить оценку (среднее арифметическое значение) $L_{ср}$ (дБ (исх. 20 мкПа)) воспроизводимого УЗД по формуле (2):

$$L_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{Pi}}{n}, \quad (2)$$

где n – количество измерений.

8.1.4 Неисключённую систематическую погрешность Θ (дБ) воспроизводимого УЗД вычислить по формуле (3):

$$\Theta = L_{пуст} - L_{ср}. \quad (3)$$

8.1.5 Среднее квадратическое отклонение S_L (дБ) воспроизводимого УЗД вычислить по формуле (4):

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{Pi} - L_{ср})^2}{n-1}}. \quad (4)$$

8.1.6 Доверительные границы ε_L (дБ) случайной погрешности воспроизведения УЗД (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (5):

$$\varepsilon_L = t \cdot S_L, \quad (5)$$

где t – коэффициент Стьюдента, определить по таблице 4.

Таблица 4

$n - 1$	Значение коэффициент Стьюдента t для доверительной вероятности $P=0,95$
3	3,182
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,262

8.1.7 Вычислить доверительные границы δ_L (дБ) основной относительной погрешности воспроизведения УЗД (при доверительной вероятности 0,95) по формуле (6):

$$\delta_L = |\theta| + \varepsilon_L \quad (6)$$

8.1.8 Результаты поверки считать положительными, если доверительные границы δ_L основной относительной погрешности воспроизведения УЗД 114 дБ (исх. 20 мкПа) находятся в пределах $\pm 0,3$ дБ.

8.2 Определение частоты воспроизводимого звукового давления и основной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления

8.2.1 Установить микрофон в пистонфон таким образом, чтобы капсюль микрофона упирался в опорное кольцо гнезда пистонфона. Выход блока питания подключить к входу мультиметра.

Установить на мультиметре режим измерения частоты напряжения переменного тока и режим автоматического выбора диапазона.

8.2.2 Включить пистонфон в режим воспроизведения УЗД.

Через 30 с после включения пистонфона, с помощью мультиметра измерить частоту сигнала $f_{изм}$ (Гц).

8.2.3 Рассчитать значение основной относительной погрешности δ_f (%) частоты воспроизводимого звукового давления по формуле (7):

$$\delta_f = \frac{f_{изм} - f_0}{f_0} \cdot 100, \quad (7)$$

где f_0 – частота, равная 250 Гц.

8.2.4 Результаты поверки считать положительными, если частота воспроизводимого звукового давления составляет 250 Гц и основная относительная погрешность δ_f частоты воспроизводимого звукового давления находится в пределах $\pm 1,0$ %.

8.3 Определение коэффициента гармоник воспроизводимого звукового давления

8.3.1 Установить микрофон в пистонфон таким образом, чтобы капсюль микрофона упирался в опорное кольцо гнезда пистонфона. Выход блока питания подключить к входу измерителя коэффициента гармоник.

8.3.2 Включить пистонфон в режим воспроизведения УЗД.

Через 30 с после включения пистонфона провести измерение коэффициента гармоник.

8.3.3 Результаты поверки считать положительными, если коэффициент гармоник воспроизводимого звукового давления не превышает значения 1,5 %.

8.4 Определение дополнительной относительной погрешности воспроизведения УЗД при рабочих условиях применения и дополнительной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения

8.4.1 Определение дополнительных относительных погрешностей воспроизведения УЗД и частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения проводится при первичной поверке и после ремонта пистонфона при следующих опорных условиях:

- температура плюс 23 °С и относительная влажность 50 %;
- температура минус 10 °С и относительная влажность 65 %;
- температура плюс 5 °С и относительная влажность 25 %;
- температура плюс 40 °С и относительная влажность 90 %;
- температура плюс 50 °С и относительная влажность 50 %.

8.4.2 Поместить пистонфон и микрофон из состава вторичного эталона в климатическую камеру. Выдержать в климатической камере в течение 7 ч при каждом опорных условиях измерений, указанных в пункте 8.4.1.

8.4.3 Для каждого из опорных условий:

- выполнить пункты 8.1.2–8.1.3 и вычислить среднее арифметическое значение $L_{\text{ср}}(t; \varphi)$ (дБ (исх. 20 мкПа)) воспроизводимого УЗД по формуле (2);

- выполнить пункты 8.2.1–8.2.2 и измерить частоту $f_{\text{изм}}(t; \varphi)$ воспроизводимого звукового давления согласно пункта 8.2.

8.4.4 Дополнительную относительную погрешность $\delta_L^{\text{доп}}$ (дБ) воспроизведения УЗД при рабочих условиях применения вычислить по формуле (8):

$$\delta_L^{\text{доп}} = L_{\text{ср}}(t; \varphi) - L_{\text{ср}}(t_0; \varphi_0), \quad (8)$$

где $L_{\text{ср}}(t_0; \varphi_0)$ – среднее арифметическое значение воспроизводимого УЗД в нормальных условиях применения при температуре плюс 23 °С и относительной влажности 50 %, дБ (исх. 20 мкПа).

8.4.5 Дополнительную относительную погрешность $\delta_f^{\text{доп}}$ (%) частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения вычислить по формуле (9):

$$\delta_f^{\text{доп}} = f_{\text{изм}}(t; \varphi) - f_{\text{изм}}(t_0; \varphi_0), \quad (9)$$

где $f_{\text{изм}}(t_0; \varphi_0)$ – частота воспроизводимого звукового давления в нормальных условиях применения при температуре плюс 23 °С и относительной влажности 50 %, Гц.

8.4.6 Результаты поверки считать положительными, если:

- дополнительная относительная погрешность $\delta_L^{\text{доп}}$ воспроизведения УЗД при рабочих условиях находится в пределах $\pm 0,2$ дБ;

- дополнительная относительная погрешность $\delta_f^{\text{доп}}$ частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях применения находится в пределах $\pm 1,0$ %.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки пистонфона подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства средств измерений. По заявлению владельца пистонфона или лица, представившего его на поверку, на пистонфон выдается свидетельство о поверке средства измерений установленной формы, и (или) в паспорт пистонфона вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению пистонфона в случае отрицательных результатов поверки с указанием причин забракования.

Начальник отдела 340 ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.С. Николаенко