

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Пистонфон 42АА

Методика поверки

МП 340-06-23

2023 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки пистонфона 42АА (далее – пистонфон), используемого в качестве рабочего 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 эксплуатации, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях эксплуатации, %	$\pm 1,0$
* 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 единицы звукового давления в воздушной среде и аудиометрических шкал 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
Определение действительного воспроизводимого УЗД и доверительных границ основной относительной погрешности воспроизведения УЗД	да	да	8.1

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 частоты воспроизведенного звукового давления и основной относительной погрешности частоты воспроизведенного звукового давления	да	да	8.2
Определение коэффициента гармоник воспроизведенного звукового давления	да	да	8.3
Определение дополнительной относительной погрешности воспроизведения УЗД и дополнительной относительной погрешности частоты воспроизведенного звукового давления при рабочих условиях эксплуатации	да	да	8.4
Оформление результатов поверки	да	да	9

Не предусмотрена возможность проведения поверки в сокращенном объеме.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

Поверку проводить в следующих условиях:

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

При поверке должны соблюдаться указания требования эксплуатационной документации поверяемого средства измерений, требования правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям 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 до +26 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C;	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13;

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 65 % с погрешностью не более 2 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 97 до 105 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа.</p>	Шумомеры-вibrометры, анализаторы спектра, рег. № 48906-12
п. 8.1 Определение действительного воспроизводимого УЗД и доверительных границ основной относительной погрешности воспроизведения УЗД	<p>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 $\pm 0,1$ дБ, границы неисключённой систематической погрешности измерений не более $\pm 0,1$ дБ.</p>	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	<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 $\pm 0,001 \cdot f_{изм}$, где $f_{изм}$ – измеренное значение частоты переменного тока</p>	Микрофон измерительный конденсаторный с капсюлем 4133 и усилителем предварительным 2633 (рег. № 15387-96); Усилитель микрофонный 12AA-S2 (рег. № 76634-19); Мультиметры цифровые 34410A (рег. № 47717-11)
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>	Микрофон измерительный конденсаторный с капсюлем 4133 и усилителем предварительным 2633 (рег. № 15387-96); Усилитель микрофонный 12AA-S2 (рег. № 76634-19);

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	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 $\pm 0,2 \%$.	Измеритель коэффициента гармоник СК6-220 (рег. № 65885-16)
п. 8.4 Определение дополнительной относительной погрешности воспроизведения УЗД и дополнительной относительной погрешности частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях эксплуатации	<p>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 $\pm 0,1$ дБ, границы неисключённой систематической погрешности измерений не более $\pm 0,1$ дБ; 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 $\pm 0,001 \cdot f_{изм}$, где $f_{изм}$ – измеренное значение частоты переменного тока.</p> <p>Вспомогательное оборудование: климатическая камера с диапазоном установки температуры от -10 до $+50^{\circ}\text{C}$ (абсолютная погрешность не более $\pm 1^{\circ}\text{C}$), диапазон установки относительной влажности от 30 до 60 % (абсолютная погрешность не более $\pm 3 \%$).</p>	<p>ВЭТ;</p> <p>Микрофон измерительный конденсаторный с капсюлем 4133 и усилителем предварительным 2633 (рег. № 15387-96); Усилитель микрофонный 12AA-S2 (рег. № 76634-19); Мультиметры цифровые 34410A (рег. № 47717-11); 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 повреждения, 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 действительного воспроизводимого УЗД и доверительных границ основной относительной погрешности воспроизведения УЗД

8.1.1 На эталоне установить капсию 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.

Установить микрофон в пистонфон таким образом, чтобы капсию микрофона упирался в опорное кольцо гнезда пистонфона.

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

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

$$L_{P_i} = 20 \lg \frac{U_i}{kP_0} + \Delta, \quad (1)$$

где U_i – показание мультиметра, В;

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

$P_0 = 20$ мкПа;

$\Delta = 20 \lg \frac{101,3}{P_a}$ – корректирующая поправка на отклонение атмосферного давления

P_a (кПа) от опорного давления 101,3 кПа, дБ.

8.1.2 Повторить операции п. 8.1.1 не менее четырёх раз.

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

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

где n – количество измерений.

Отклонение Δ_{Li} (дБ) воспроизводимого УЗД от номинального вычислить по формуле (3):

$$\Delta_{Li} = L_{Pyct} - L_{\text{ср}}. \quad (3)$$

8.1.3 Среднее квадратическое отклонение σ_L (дБ) воспроизводимого УЗД вычислить по формуле (4):

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

Среднее квадратическое отклонение среднего $S_{\bar{L}}$ (дБ) воспроизводимого УЗД вычислить по формуле (5):

$$S_{\bar{L}} = \frac{\sigma_L}{\sqrt{n}}. \quad (5)$$

Доверительные границы ε_L (дБ) случайной погрешности воспроизведения УЗД (при доверительной вероятности 0,95) вычислить по формуле (6):

$$\varepsilon_L = t \cdot S_{\bar{L}}, \quad (6)$$

где t – коэффициент Стьюдента, определить по таблице 4.

Таблица 4

$n - 1$	Значение коэффициента 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

Границы неисключённой систематической погрешности (далее – НСП) Θ_L (дБ) измерений составляют $\pm 0,1$ дБ (характеристика ВЭТ).

Среднее квадратическое отклонение S_{Θ}^L (дБ) НСП вычислить по формуле (7):

$$S_{\Theta}^L = \frac{\Theta_L}{\sqrt{3}}. \quad (7)$$

Суммарное среднее квадратическое отклонение S_{Σ}^L (дБ) воспроизведения УЗД вычислить по формуле (8):

$$S_{\Sigma}^L = \sqrt{S_{\Theta}^L{}^2 + S_{\bar{L}}{}^2}. \quad (8)$$

Максимальная ожидаемая нестабильность v_L (дБ) воспроизведения УЗД за интервал между поверками составляет 0,06 дБ.

Доверительные границы δ_L (дБ) основной относительной погрешности воспроизведения звукового давления (при доверительной вероятности 0,95), включая нестабильность за интервал между поверками, вычислить по формуле (9):

$$\delta_L = K_L \cdot S_{\Sigma}^L + v_L, \quad (9)$$

где коэффициент $K_L = \frac{\varepsilon_L + \Theta_L}{S_{\Sigma}^L + S_{\Theta}^L}$.

8.1.4 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 из состава эталона 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 (10):

$$\delta_f = \frac{f_{изм} - f_0}{f_0} \cdot 100, \quad (10)$$

где f_0 – частота, равная 250 Гц.

8.2.4 Результаты поверки считать положительными, если 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 из состава ВЭТ 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 находится в пределах $\pm 1,5$ %.

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

8.4.1 Поместить пистонфон и микрофон из состава вторичного эталона внутрь климатической камеры. Микрофон не должен быть присоединен к пистонфону и пистонфон должен быть выключен в течение периода пребывания их в климатической камере. Перед измерениями пистонфон выдержать выключенным 12 ч в нормальных внешних условиях.

После указанной выдержки для испытаний на воздействие температуры и влажности пистонфон и микрофон дополнительно выдержать в климатической камере в течение 7 часов при каждом измерении:

- У1: температура плюс 23 °C, относительная влажность воздуха 50 %;
- У2: температура минус 10 °C и относительная влажность воздуха 65 %;
- У3: температура плюс 5 °C и относительная влажность воздуха 25 %;
- У4: температура плюс 40 °C и относительная влажность воздуха 90 %;
- У5: температура плюс 50 °C и относительная влажность воздуха 50 %;

8.4.2 Для каждого из условий У1–У5 провести измерения согласно пп. 8.1.1–8.1.2 и пп. 8.2.1–8.2.2.

8.4.3 Вычислить дополнительную относительную погрешность воспроизведения УЗД при рабочих условиях эксплуатации $\delta_{\text{клим}}^{\text{УЗД}}(t, \varphi)$ (дБ) по формуле (11):

$$\delta_{\text{клим}}^{\text{УЗД}}(t, \varphi) = L(t, \varphi) - L_{\text{ср}}, \quad (11)$$

где $L(t, \varphi)$ – оценка (среднее арифметическое значение) воспроизводимого УЗД, рассчитанная для заданных условий измерений, дБ (исх. 20 мкПа);

$L_{\text{ср}}$ – оценка (среднее арифметическое значение) воспроизводимого УЗД, рассчитанная в п. 8.1.2, дБ (исх. 20 мкПа).

8.4.4 Вычислить дополнительную относительную погрешность частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях эксплуатации $\delta_{\text{клим}}^f(t, \varphi)$ (%) по формуле (12):

$$\delta_{\text{клим}}^f(t, \varphi) = \frac{f(t, \varphi) - f_{\text{изм}}}{f_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (12)$$

где $f(t, \varphi)$ – частота воспроизводимого звукового давления, измеренная при заданных условиях измерений, Гц;

$f_{\text{изм}}$ – частота воспроизводимого звукового давления, измеренная в п. 8.2.2, Гц.

8.4.5 Результаты поверки считать положительными, если:

– дополнительная относительная погрешность $\delta_{\text{клим}}^{\text{УЗД}}(t, \varphi)$ воспроизведения УЗД при рабочих условиях эксплуатации находится в пределах $\pm 0,2$ дБ;

– дополнительная относительная погрешность $\delta_{\text{клим}}^f(t, \varphi)$ частоты воспроизводимого звукового давления при рабочих условиях эксплуатации 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 выдаётся 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