

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Щипунов

«03» 08 2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ГИДРОФОНЫ ГИ60

**Методика поверки
МГФК.406231.184 МП**

р.п. Менделеево

2018 г.

Введение

Настоящая методика поверки распространяется на гидрофон ГИ60, изготавливаемый по техническим условиям МГФК.406231.184 ТУ ФГУП «ВНИИФТРИ», р.п. Менделеево Солнечногорского района Московской области, предназначенный для использования в качестве первичного преобразователя в составе рабочих средств измерений, и устанавливает порядок проведения его первичной и периодических поверок.

Интервал между поверками – один год.

Перед проведением поверки необходимо предварительно ознакомиться с руководством по эксплуатации МГФК.406231.184 РЭ на поверяемый гидрофон.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование	6.2	да	да
Определение уровня чувствительности на частоте 200 кГц	6.3	да	да
Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности в рабочем диапазоне частот	6.4	да	да
Определение неравномерности диаграмм направленности	6.5	да	да
Определение долговременной нестабильности уровня чувствительности	6.6	нет	да
Определение относительной погрешности уровня чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95	6.7	да	нет

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений и вспомогательные устройства, приведённые в таблице 2.

2.2 Все средства поверки должны иметь действующий документ о поверке.

2.3 Допускается применение других средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящей методики и обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

Таблица 2

Наименование применяемого СИ	Номер пункта методики поверки	Технические и метрологические характеристики СИ
Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^6$ Гц ГЭТ 55-2017, установка Э-4	6.1-6.7	Диапазон частот от 1 до 250 кГц, доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) измерительных гидрофонов при доверительной вероятности 0,95 не более 1,0 дБ
Государственный первичный эталон единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^6$ Гц ГЭТ 55-2017, установка Э-5		Диапазон частот от 160 до 1000 кГц, доверительная относительная погрешность градуировки (поверки) измерительных гидрофонов при доверительной вероятности 0,95 не более 1,0 дБ
Блока питания и коммутации БПК МГФК.468347.076		Напряжение питания постоянного тока ± 12 В

2.4 Вспомогательные материалы, необходимые для проведения поверки и нормы их расхода на одну поверку, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование материала	Нормы расхода, кг
Ветошь обтирочная ОСТ-63-46-84	0,2
Мыло хозяйственное СТ 13-368-85	0,1

3 Условия поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

3.2 Поверку гидрофонов на эталоне по п.п. 6.1-6.6 проводить в пресной воде.

4 Требования к безопасности и квалификации

4.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2009, ГОСТ 12.1.038-82,

ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.1.030-2010, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

4.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации (далее – ЭД) на гидрофон и средства поверки.

4.3 К проведению поверки допускаются лица, квалифицированные в качестве поверителей в области гидроакустических измерений.

5 Подготовка к поверке

5.1 На поверку представляют гидрофон с руководством по эксплуатации МГФК.406231.184 РЭ и формуляром МГФК.406231.184 ФО.

5.2 Перед проведением поверки поверитель должен:

- изучить руководство по эксплуатации поверяемого гидрофона;
- проверить исправность соединительных кабелей;
- подготовить средства поверки и вспомогательное оборудование к работе в соответствии с их ЭД;
- в случае периодической поверки убедиться в наличии свидетельства о предыдущей поверке гидрофона.

5.3 Перед поверкой гидрофон должен находиться в воде в течение не менее 3 ч.

5.4 Непосредственно перед поверкой гидрофон должен быть обезжирен мыльным раствором.

5.5 При поверке ориентировать гидрофон опорным направлением на излучатель.

5.6 Используемые средства поверки должны быть заземлены.

5.7 Поверяемый гидрофон и используемые средства поверки необходимо выдержать во включённом состоянии не менее 20 мин перед проведением поверки.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается: соответствие поверяемого гидрофона сведениям, изложенным в руководстве по эксплуатации МГФК.406231.184 РЭ, отсутствие механических повреждений, а также чёткость нанесения заводского номера и риски для его ориентации на излучатель.

6.1.2 Результаты поверки считать положительными, если гидрофон удовлетворяет требованиям п. 6.1.1.

6.2 Опробование

6.2.1 Проверьте работоспособность гидрофона, для чего:

- соединить гидрофон с вилкой ГИ 1 блока питания и коммутации (БПК) МГФК.468347.076;
- поместить гидрофон в гидроакустический бассейн;
- подать напряжение питания на гидрофон, переведя на БПК тумблер ПИТАНИЕ в положение ПИТАНИЕ;
- выполнить подключение гидрофона к эталонной установке согласно паспорта на установку;
- воздействовать на гидрофон звуковым сигналом, запустив на эталонной установке процедуру излучения синусоидального сигнала частотой 200 кГц;
- при исправном гидрофоне в окне диалога программного комплекса эталонной установки будет наблюдаться синусоидальный сигнал, принимаемый гидрофоном.

6.2.2 Результаты опробования считать положительными, если при воздействии на чувствительный элемент гидрофона звукового сигнала гидрофон отвечает на это воздействие – в окне диалога программного комплекса эталонной установки наблюдается соответствующий излучаемому синусоидальный сигнал.

6.3 Определение уровня чувствительности на частоте 200 кГц

6.3.1 Определение уровня чувствительности гидрофона на частоте 200 кГц проводить на эталонной установке.

6.3.2 Измерение чувствительности гидрофона на частоте 200 кГц проводить в соответствии с руководством по эксплуатации эталонной установки, при этом число наблюдений n должно быть не менее 4.

6.3.3 Вычислить значение чувствительности в [мкВ/Па] как среднее арифметическое значение по формуле (1):

$$M_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i. \quad (1)$$

6.3.4 Вычислить уровень чувствительности на частоте 200 кГц в [дБ] относительно 1 мкВ/Па по формуле (2):

$$M = 20 \cdot \lg(M_{\text{ср}}). \quad (2)$$

6.3.5 Вычислить относительное среднее квадратическое отклонение (СКО) оценки результата измерений чувствительности по формуле (3):

$$S_0(f_k) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M(f_k)_i - M(f_k)_{\text{сп}})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot \frac{100 \%}{M(f_k)_{\text{сп}}} \quad (3)$$

6.3.6 Результаты поверки считать положительными, если значение уровня чувствительности на частоте 200 кГц не менее 40 дБ относительно 1 мкВ/Па.

6.4 Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности в рабочем диапазоне частот

6.4.1 Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности в рабочем диапазоне частот от 100 до 1000 кГц проводить на эталоне.

6.4.2 Измерение чувствительности гидрофона проводить на частотах треть октавного ряда его рабочего диапазона в соответствии с руководством по эксплуатации эталона, при этом число наблюдений на каждой частоте n должно быть не менее 4. Допускается в соответствии с п. 18 Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 при периодической поверке выполнять измерение чувствительности не на всех третьоктавных частотах рабочего диапазона гидрофона. При этом частоты измерений должны совпадать с частотным рядом предыдущей поверки.

6.4.3 На каждой частоте f_k вычислить среднее арифметическое значение чувствительности в [мкВ/Па] по формуле (1).

6.4.4 На каждой частоте f_k вычислить уровень чувствительности в [дБ] относительно 1 мкВ/Па по формуле (2).

6.4.5 Для каждой частоты f_k вычислить относительное среднее квадратическое отклонение (СКО) оценки результата измерений чувствительности по формуле (3).

6.4.6 Максимальную неравномерность $\Theta_{\text{чх}}$ чувствительности в рабочем диапазоне частот в [дБ] следует определять как абсолютное значение разности минимального уровня $M(f)_{\text{min}}$ чувствительности и максимального уровня $M(f)_{\text{max}}$ чувствительности, полученных при проведении операций поверки по п. 6.4.4, по формуле (4):

$$\Theta_{\text{чх}} = |M(f)_{\text{min}} - M(f)_{\text{max}}|. \quad (4)$$

6.4.7 Результаты поверки считать положительными, если значение неравномерности частотной характеристики чувствительности не превышает 18 дБ в частотном диапазоне от 100 до 1000 кГц.

6.5 Определение неравномерности диаграмм направленности

6.5.1 Неравномерности диаграмм направленности гидрофона в горизонтальной плоскости следует определять на эталонной установке на трёх верхних третьоктавных частотах его рабочего частотного диапазона. На каждой частоте неравномерность диаграммы направленности определяется как разность, в децибелах, между максимальным и минимальным уровнями сигнала гидрофона в рабочем угловом секторе $\pm 180^\circ$.

6.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значение неравномерности диаграммы направленности в горизонтальной плоскости на частотах 630 кГц, 800 кГц, 1000 кГц не превышает 7 дБ.

6.6 Определение долговременной нестабильности уровня чувствительности

6.6.1 Нестабильность уровня чувствительности за интервал между поверками определять после очередной периодической поверки. При этом на поверку должно быть представлено свидетельство о предыдущей поверке.

6.6.2 Нестабильность уровня чувствительности $\Theta_T(f_k)$ в [дБ] следует определять на каждой третьоктавной частоте f_k его рабочего диапазона, заданной в п. 6.4, по формуле (5):

$$\Theta_T(f_k) = |M_0(f_k) - M_T(f_k)|, \quad (5)$$

где $M_0(f_k)$ и $M_T(f_k)$ – уровни чувствительности, полученные при предыдущей и при текущей поверках, соответственно.

6.6.3 Результаты поверки считать положительными, если значение долговременной нестабильности уровня чувствительности гидрофона на каждой частоте за период между поверками не превышает 1,0 дБ.

6.7 Определение относительной погрешности уровня чувствительности гидрофона при доверительной вероятности 0,95

6.7.1 Определение относительной погрешности при доверительной вероятности 0,95 выполнять при первичной поверке гидрофона в соответствии с ГОСТ Р 8.727-2010 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений звукового давления в водной среде в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц».

6.7.2 Относительную погрешность уровня чувствительности гидрофона (без учёта знака) вычислить по формуле (6):

$$\delta = K \cdot S_\Sigma, \quad (6)$$

где S_{Σ} – суммарное среднее квадратическое отклонение оценки результата измерения чувствительности, K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключённой систематической погрешности (НСП).

Значения S_{Σ} и K вычислить по формулам (7) и (8), соответственно:

$$K = \frac{t_{(n-1, P)} \cdot S_0 + \Theta_3}{S_0 + S_{\Theta}}, \quad (7)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2}, \quad (8)$$

где $t_{(n-1, P)}$ – квантиль распределения Стьюдента при $(n - 1)$ степени свободы и доверительной вероятности; S_0 – относительное среднее квадратическое отклонение оценки результата измерений, определённое по формуле (3); Θ_3 – доверительная относительная погрешность эталона, применяемого при первичной поверке; n – число независимых измерений.

Среднее квадратическое отклонение НСП S_{Θ} вычислить по формуле (9):

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_3}{k \cdot \sqrt{3}}, \quad (9)$$

где k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью 0,95.

6.7.3 Результаты испытаний считать положительными, если полученные значения относительной погрешности уровня чувствительности при доверительной вероятности 0,95 находятся в доверительных границах $\pm 1,5$ дБ.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты измерений при поверке гидрофона оформить в виде протоколов произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки выдаётся свидетельство о поверке по установленной форме.

7.3 При отрицательных результатах поверки гидрофон к применению не допускается, предыдущее свидетельство о поверке аннулируется, оформляется извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 511 НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 В.Н. Некрасов
 А.Н. Матвеев