

УТВЕРЖДАЮ

Начальник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

В.Швыдун



«13» сентября 2019 г.

Инструкция

**Гидрофоны 810х
фирмы «Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S»**

Методика поверки

**г. Мытищи,
2019 г.**

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на гидрофоны 810х (далее по тексту – гидрофоны), изготавливаемые фирмой «Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S», Дания и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

1.3 Сокращенная поверка гидрофонов возможна в ограниченных поддиапазонах рабочих частот (в части неравномерности частотной характеристики). Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение емкости гидрофонов	7.3	да	да
4 Определение уровня чувствительности на опорной частоте 250 Гц	7.4	да	да
5 Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности	7.5	да	да
6 Определение неравномерностей диаграмм направленности	7.6	да	нет

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующий документ о поверке (знак поверки).

3.3 Допускается применение других средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой погрешностью.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
6.2, 6.4, 6.5	Рабочий эталон звукового давления в водной среде 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2018 г. № 2084 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений звукового давления и колебательной скорости в водной среде» (диапазон рабочих частот от 0,1 Гц до 200 кГц, доверительная относительная погрешность градуировки измерительных гидрофонов при доверительной вероятности 0,95 не более 1 дБ)

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
6.3	Измеритель иммитанса Е7-16: диапазон измерений емкости от 10^{-14} до 0,16 Ф, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений $\pm 0,15\%$
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
Раздел 3	Термометр по ГОСТ 28498-90: диапазон измерений от 0 до 40 °С; цена деления 1 °С
Раздел 3	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1: диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 800 мм. рт. ст.; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления $\pm 1,5$ мм рт. ст.
Раздел 3	Гигрометр психрометрический ВИТ-1: диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2\%$
6.2, 6.3, 6.4, 6.5	Источник постоянного тока Б5-71: диапазон установки значений выходного стабилизированного напряжения постоянного тока от 0 до 30 В

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха и воды, °С 20 \pm 5;
относительная влажность воздуха, %, не более 80;
атмосферное давление, кПа 100 \pm 4.

Параметры электропитания:

напряжение переменного тока, В 220 \pm 12;
частота переменного тока, Гц 50 \pm 1.

Примечание - При проведении поверки условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

5 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие РЭ на гидрофоны, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками до 1000 В (первичный и на рабочем месте) в установленном в порядке.

5.3 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 На поверку представляют гидрофоны, полностью укомплектованные в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ). При периодической поверке представляют дополнительно свидетельство о предыдущей поверке.

6.2 Во время подготовки гидрофонов к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на гидрофоны и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

6.3 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 повести перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в час.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешний вид и комплектность гидрофонов проверить на соответствие данным, приведенным в РЭ и в паспорте на гидрофоны.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- наличие маркировки с указанием типа и заводского номера;
- четкость отображения риски опорного направления;
- отсутствие механических повреждений корпуса, каучукового покрытия и встроенного кабеля, влияющих на работу;
- отсутствие повреждений в соединительных разъемах.

7.1.2 При несоблюдении требований п. 6.1.1 гидрофоны бракуются и направляются в ремонт.

7.2 Опробование

7.2.1 Для проверки работоспособности гидрофон установить в камеру измерительную малого объема низкочастотной установки (НУ) из состава рабочего эталона. Здесь и далее для гидрофона 8106 необходимо обеспечить напряжение питания постоянного тока. Напряжение питания (12 В) подать с источника постоянного тока Б5-71 на разъемы в соответствии с рисунком 1.

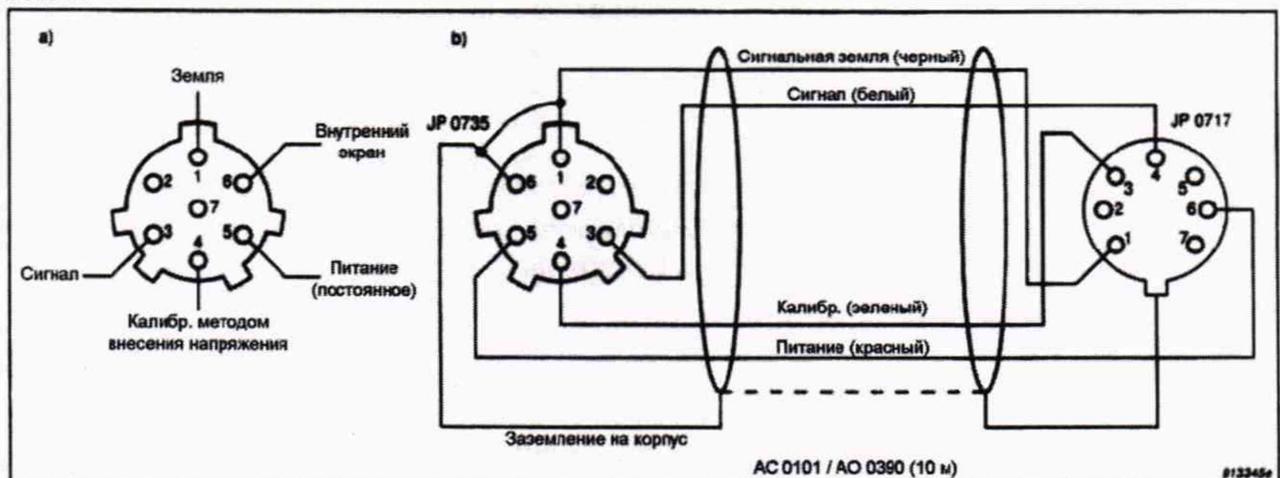


Рисунок 1. Соединения контактов (вид разъемов снаружи):

(а) разъем гидрофона 8106; (б) кабельные разъемы

7.2.2 В соответствии с РЭ на НУ рабочего эталона провести измерения чувствительности на частоте 1000 Гц. Во время измерений наблюдать в окне отображения программы градуировки (на экране осциллографа) синусоидальный сигнал с выхода гидрофона.

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если синусоидальный сигнал с выхода гидрофона не имеет видимых искажений формы и измеренное значение чувствительности близко к значению его номинальной чувствительности на опорной частоте 250 Гц. В противном случае гидрофоны дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

7.3 Определение емкости гидрофонов

7.3.1 Емкость гидрофонов 8103, 8104, 8105 (совместно со встроенными кабелями) определять методом прямых измерений с использованием измерителя иммитанса Е7-16.

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения емкостей не менее значений, указанных в таблице 3. В противном случае гидрофоны дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

Таблица 3

Гидрофоны 8103	Гидрофоны 8104	Гидрофоны 8105
3700 пФ	7800 пФ	7250 пФ

7.4 Определение уровня чувствительности на опорной частоте 250 Гц

7.4.1 Перед установкой в звукомерные устройства установок гидрофон должен находиться в воде в течение не менее 6 ч.

7.4.2 Непосредственно перед поверкой каучуковое покрытие активных элементов гидрофона осторожно отмыть мягким растворителем или моющим средством и обезжирить спиртом.

7.4.3 Гидрофон установить в камеру измерительную малого объема НУ рабочего эталона. В соответствии с РЭ НУ провести не менее 5 измерений чувствительности на опорной частоте $f_{оп} = 250$ Гц.

7.4.4 Вычислить значение чувствительности на опорной частоте $M(f_{оп})$ по формуле (1).

$$M(f_{оп}) = \frac{\sum M(f_{оп})_i}{n}, \quad (1)$$

где $i = 1 \dots n$ – порядковый номер измерения.

7.4.5 Рассчитать значения уровня чувствительности в дБ относительно 1 мкВ/Па M_y по формуле (2).

$$M_y(f_{оп}) = 20 \cdot \log_{10} M(f_{оп}). \quad (2)$$

7.4.5 Результаты поверки считать положительными, если значения уровня чувствительности на опорной частоте 250 Гц $M_y(f_{оп})$ находятся в пределах, указанных в таблице 4 (дБ относительно 1 мкВ/Па). В противном случае гидрофоны дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

Таблица 4

Гидрофоны 8103	Гидрофоны 8104	Гидрофоны 8105	Гидрофоны 8106
29±2	35±2	35±2	67±3

Примечание: информация приведена для гидрофонов со стандартными кабелями (длина стандартного кабеля у 8103 – 6 м, у 8104 и 8105 – 10 м). При использовании удлинённых или удлинительных кабелей чувствительность по напряжению гидрофонов 8103, 8104 и 8105 изменяется в зависимости от емкости кабеля и может быть рассчитана в соответствии с п. 3.9.2 технической документации.

7.5 Определение неравномерности частотной характеристики чувствительности

7.5.1 Провести не менее 5 измерений чувствительности гидрофонов на центральных частотах третьоктавного ряда (для гидрофона 8103 дополнительно на частоте 180 кГц) f_k в диапазонах рабочих частот гидрофонов.

Примечание – допускается проводить измерения на центральных частотах дробьоктавного ряда (1/6, 1/12 и т.д.) или на равномерной сетке частот. При использовании равномерной сетки общее количество частот должно быть не менее 20.

7.5.2 Вычислить для каждой частоты f_k значение чувствительности $M(f_k)$ по формуле (3).

$$M(f_k) = \frac{\sum M(f_k)_i}{n}, \quad (3)$$

где $i = 1 \dots n$ – порядковый номер измерения.

7.5.3 Рассчитать значения уровней чувствительности в дБ относительно 1 мкВ/Па $M_y(f_k)$ по формуле (4).

$$M_y(f_k) = 20 \cdot \log_{10} M(f_k). \quad (4)$$

7.5.4 Определить неравномерность частотной характеристики чувствительности в соответствующих диапазонах частот как разность между максимальным и минимальным уровнями чувствительности $M_y(f_k)$.

7.5.5 Результаты поверки считать положительными, если значения неравномерности частотной характеристики чувствительности находится в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Гидрофоны 8103	Гидрофоны 8104	Гидрофоны 8105	Гидрофоны 8106
1,0 / - 1,5 (от 0,1 Гц до 20 кГц)	$\pm 1,5$ (от 0,1 Гц до 10 кГц)	1,0 / - 6,5 (от 0,1 Гц до 100 кГц)	0,5 / - 3,0 (от 10 Гц до 10 кГц)
1,5 / - 6,0 (от 0,1 Гц до 100 кГц)	$\pm 4,0$ (от 0,1 Гц до 80 кГц)	3,5 / - 10 (от 0,1 Гц до 160 кГц)	0,5 / - 6,0 (от 7 Гц до 30 кГц)
3,5 / - 12,5 (от 0,1 Гц до 180 кГц)	4,0 / - 12,0 (от 0,1 Гц до 120 кГц)		6 / - 10 (от 3 Гц до 80 кГц)

В противном случае гидрофоны дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

7.6 Определение неравномерностей диаграмм направленности

7.6.1 Установить гидрофон на штангу координатно-поворотного устройства (УКП) высокочастотной установки (ВУ) в вертикальном положении. Укрепить гидрофон на штанге УКП, чтобы ось гидрофона совпадала с осью вращения и была перпендикулярна линии, соединяющей геометрический центр чувствительного элемента с центром источника сигнала (излучателя).

7.6.2 Измерить в режиме «излучатель-гидрофон» на частоте 100 кГц (для гидрофона 8106 – 20 кГц) выходное напряжение гидрофона U_0 , зафиксировать результат в протоколе.

7.6.3 Осуществить с шагом 5° полный поворот вокруг своей оси штанги УКП с закрепленным гидрофоном, не изменяя значения напряжения (тока) возбуждения излучателя, измерить на каждом шаге выходное напряжение гидрофона U_i . Занести результаты измерений в протокол.

7.6.4 Рассчитать неравномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости N_r по формуле (5).

$$N_r = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{i\max}}{U_{i\min}} \right). \quad (5)$$