ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 8.965— 2019**

## Государственная система обеспечения единства измерений

# АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЕ ПРИБОРЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

## Методика поверки

**Издание официальное**

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 мая 2019 г. № 252-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 1
4 Операции поверки . . . . . 3
5 Средства поверки . . . . . 4
6 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей . . . . . 5
7 Условия поверки . . . . . 5
8 Подготовка к поверке . . . . . 5
9 Проведение поверки . . . . . 6
10 Оформление результатов поверки . . . . . 9
Приложение А (рекомендуемое) Сведения об имитаторах объектов контроля и диагностики . . . . . 10
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки . . . . . 11
Библиография . . . . . 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Государственная система обеспечения единства измерений**

# АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫЕ ПРИБОРЫ, ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

**Методика поверки**

State system for ensuring the uniformity of measurements. Acoustic emission devices, information and measuring systems and complexes. Verification procedure

**Дата введения — 2020—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на акустико-эмиссионную аппаратуру (приборы, информационно-измерительные комплексы, системы) (далее — АЭ аппаратуру) и устанавливает рекомендуемые методы их первичной и периодической поверок.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8732 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Сортамент

ГОСТ 20265 Соединители радиочастотные коаксиальные. Присоединительные размеры

ГОСТ 21631 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

ГОСТ Р 55045 Техническая диагностика. Акустико-эмиссионная диагностика. Термины, определения и обозначения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 55045, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **адаптивная локация:** Определение местоположения источника АЭ с использованием имитатора АЭ путем итеративного приближения имитатора к источнику по показаниям аппаратуры АЭ.

Примечание — Используется три или более ПАЭ.

3.2 **акт (событие) акустической эмиссии:** Каждое единичное действие (срабатывание) источника акустической эмиссии.

**Издание официальное**

3.3 **акустико-эмиссионная аппаратура:** Устройства, обеспечивающие прием, обработку и регистрацию сигналов акустической эмиссии.

3.4 **акустико-эмиссионный метод:** Метод контроля (испытаний, диагностики), основанный на анализе параметров упругих волн акустической эмиссии.

3.5 **акустический сигнал акустической эмиссии:** Генерируемые источником АЭ акустические волны, параметры которых несут информацию об источнике АЭ и состоянии объекта.

3.6 **акустико-эмиссионный канал:** Система, по которой распространяется сигнал АЭ, включающая в себя часть объекта от источника АЭ до ПАЭ, ПАЭ, элементы и блоки передачи электрического сигнала АЭ, а также прибор для обработки сигнала АЭ, включая процессор.

3.7 **акустическая эмиссия:** Излучение объектом (диагностирования, контроля, испытаний) акустических волн под воздействием нагрузки или влияний иных факторов.

3.8 **амплитуда сигнала акустической эмиссии:** Максимальное значение сигнала АЭ.

Примечание — Амплитуду сигнала акустической эмиссии измеряют в вольтах.

3.9 **антенна акустико-эмиссионная:** Группа расположенных на объекте преобразователей акустической эмиссии, сигналы от которых обрабатываются совместно.

3.10 **динамический диапазон:** Разность, выраженная в децибелах, между значениями сигнала (либо отношение значений сигнала), при которых происходит перегрузка усилителя аппаратуры АЭ, и уровнем шумов либо уровнем, заданным конструкцией усилителя.

3.11 **длительность импульса акустической эмиссии:** Интервал времени между началом и концом регистрации импульса АЭ.

3.12 **зона контроля:** Часть объекта, которая подвергается акустико-эмиссионному диагностированию.

3.13 **зонная локация:** Определение только области расположения источника АЭ на объекте без определения его координат.

Примечание — Возможно использование различных методик зонной локации с использованием параметров АЭ: суммарного счета, энергии, числа импульсов и других.

3.14 **имитатор акустической эмиссии:** Устройство, используемое для искусственного возбуждения в объекте акустических волн, моделирующих акустическую эмиссию.

3.15 **имитация акустической эмиссии:** Приложение внешнего воздействия к объекту для имитации акустико-эмиссионных источников.

3.16 **импульс акустической эмиссии:** Вид сигнала АЭ конечной длительности, величина амплитуды которого пренебрежимо мала вне длительности импульса.

3.17 **источник акустической эмиссии:** Область объекта диагностирования, в которой происходит преобразование какого-либо вида энергии в акустическую энергию акустической эмиссии.

3.18 **линейная локация:** Определение положения источника АЭ (либо его проекции) на линии, соединяющей два используемых для локации ПАЭ.

3.19 **локация источника акустической эмиссии (локация источника АЭ):** Определение местоположения источника АЭ в объекте.

3.20 **плавающий порог аппаратуры:** Порог аппаратуры АЭ, который автоматически варьируется для поддержания его на определенном уровне относительно уровня шума.

3.21 **планарная локация:** Определение местоположения источника АЭ на поверхности объекта.

Примечание — Используется три или более ПАЭ.

3.22 **порог аппаратуры:** Фиксированное или регулируемое напряжение, приведенное к входу акустико-эмиссионной аппаратуры, выше которого сигнал АЭ обнаруживается, регистрируется и/или обрабатывается аппаратурой и ниже которого это невозможно.

3.23 **предельная чувствительность аппаратуры:** Чувствительность аппаратуры АЭ, соответствующая минимальному размеру источника АЭ, сигнал от которого может быть зарегистрирован при определенных условиях.

3.24 **преобразователь акустической эмиссии**; ПАЭ: Устройство, в котором акустический сигнал акустической эмиссии преобразуется в электрический сигнал.

3.25 **программируемый порог аппаратуры:** Порог аппаратуры АЭ, величина которого варьируется по заданному алгоритму, изменяя его на определенном уровне относительно уровня шума.

3.26 **сигнал акустической эмиссии:** Стохастическая физическая величина акустической природы, содержащая информацию об источнике акустической эмиссии.

3.27 **суммарный счет акустической эмиссии:** Число зарегистрированных выбросов электрического сигнала АЭ за время регистрации.

3.28 **точность локации:** Величина, определенная сравнением истинного местоположения источника АЭ с измеренным значением.

3.29 **трехмерная локация:** Определение местоположения источника АЭ в объеме объекта.

Примечание — Используется пять или более ПАЭ.

3.30 **уровень перегрузки:** Значение электрического напряжения на входе аппаратуры АЭ, выше которого происходит искажение сигнала АЭ, что может привести к ошибке при измерении параметров АЭ.

3.31 **фиксированный порог аппаратуры:** Порог аппаратуры АЭ постоянной величины, устанавливаемый оператором на определенном уровне относительно уровня шума.

3.32 **число импульсов акустической эмиссии:** Число зарегистрированных импульсов АЭ.

3.33 **электрический сигнал АЭ:** Сигнал АЭ на выходе преобразователя АЭ.

## 4 Операции поверки

4.1 При проведении периодической поверки должны быть выполнены операции в последовательности, указанной в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операций | Номер пункта настоящего стандарта |
|---|---|
| Внешний осмотр АЭ аппаратуры | 9.1 |
| Опробование АЭ аппаратуры | 9.2 |
| Определение метрологических параметров и характеристик АЭ аппаратуры | 9.3 |
| Проверка рабочего диапазона частот АЭ аппаратуры | 9.3.1 |
| Определение динамического диапазона измерений амплитуд сигналов АЭ аппаратуры | 9.3.2 |
| Определение погрешности измерений амплитуд сигналов АЭ аппаратурой | 9.3.3 |
| Определение погрешности измерений длительности импульсов АЭ аппаратурой | 9.3.4 |
| Определение погрешности измерений координат источников АЭ сигналов АЭ аппаратурой | 9.3.5 |

Примечание — Параметры, указанные в таблице 1, включаются выборочно в методики поверки конкретных типов АЭ аппаратуры. Конкретные методики поверки разрабатывают и утверждают совместно с описаниями типов средств измерений по результатам испытаний в целях утверждения типа средств измерений.

4.2 Полученные значения параметров по результатам поверки должны соответствовать требованиям, нормированным значениям, установленным в описании типа АЭ аппаратуры (прибора, комплекса, системы).

4.3 При отрицательном результате поверки по одной из операций для одного из преобразователей, входящих в комплект АЭ аппаратуры, поверку с этим преобразователем прекращают. Преобразователь бракуют, о чем делают запись в протоколе поверки, а в документе, выдаваемом по результатам поверки, на оборотной стороне свидетельства о поверке указывают модели и заводские номера пригодных к эксплуатации преобразователей, в комплекте с которыми проведена поверка АЭ аппаратуры.

4.4 В случае получения отрицательного результата с несколькими преобразователями, входящими в комплект многоканальной АЭ аппаратуры, поверку прекращают, а аппаратуру признают не прошедшей поверку, если из оставшихся преобразователей нельзя образовать несколько (более двух) независимых антенн, о чем должна быть сделана соответствующая запись в протоколе поверки и извещении о непригодности АЭ аппаратуры.

Для двух- и четырехканальной АЭ аппаратуры результаты поверки признаются отрицательными при неисправности хотя бы одного из преобразователей.

## 5 Средства поверки

5.1 При поверке должны применять электронные средства измерений, работающие в частотном диапазоне поверяемой АЭ аппаратуры, обеспечивающие измерение и/или воспроизведение амплитуды сигналов, длительности импульсов, частоты следования сигналов с погрешностями, достаточными для обеспечения минимально допустимого метрологического запаса.

В зависимости от особенностей АЭ аппаратуры следует применять средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 — Средства поверки

| Наименование средств измерений | Диапазон измерений | Погрешность измерений |
|---|---|---|
| Генератор импульсов Г5-54 | Диапазон длительностей импульсов, мкс: 01—1000.<br>Частота повторения, кГц: 0,01—100.<br>Амплитуда импульсов, В: 0—50 | Погрешность установки длительности импульсов $0,1\tau + 0,03$ мкс, где $\tau$ — длительность.<br>Погрешность установки амплитуды импульсов, В: $0,1U + 0,2$, где $U$ — напряжение |
| Генератор сигналов Г3-112/1 | 10 Гц — 10 МГц.<br>$U$ = 5 В на сопротивлении нагрузки 50 Ом;<br>$U$ = 10 В без нагрузки.<br>Ступенчатая регулировка напряжения аттенюатором через 10 дБ в пределах от 0 до –70 дБ | $+(2 + 30{:}f_n)$ Гц — с 10 Гц до 1 МГц;<br>+3 Гц — с 1 до 10 МГц.<br>Нестабильность выходного напряжения за 3 ч работы не более +1 % |
| Генератор сигналов Г4-102А | Диапазон частот, МГц:<br>0,1—50.<br>Выходное напряжение генератора сигналов $(0,5 — 5 \cdot 10^5)$ мкВ | Нестабильность частоты за 15 мин не более<br>$\pm (250 \cdot 10^{-6} f + 50$ Гц), где $f$ — несущая частота.<br>Основная погрешность установки опорного напряжения не более ±1 дБ |
| Осциллограф С1-64А | Полоса пропускания, МГц: 0—50.<br>Диапазон измеряемых напряжений: 26 мВ —140 В.<br>Диапазон измеряемых интервалов времени: 0,4 мкс — 0,2 с | Погрешность измерения амплитуды сигналов не более 5 %.<br>Погрешность измерения интервалов времени не более 5 % |
| Вольтметр В3-57 | Диапазон частот 5 Гц — 5 МГц.<br>Диапазон измеряемых напряжений 0,01 мВ — 300 В | Пределы основной погрешности измерения (% от конечного значения поддиапазона):<br>± 1(30 — 300) мВ;<br>± 1,5(1 — 10) мВ;<br>± 2,5(0,1 — 0,3) мВ и (1 — 300) В;<br>± 4(0,03 мВ) |
| Частотомер Ч3-38 | Диапазон частот по постоянному току 0,1 Гц — 50 МГц<br>Диапазон частот по переменному току 0,25 Гц — 50 МГц | Относительная погрешность измерения среднего за время счета значения частоты не более<br>$\delta f = \pm(\lvert\delta_{кв}\rvert + 1/f_{изм} \cdot f_{сч})$, где $\delta_{кв}$ — относительная погрешность кварцевого генератора;<br>$f_{изм}$ — значение измеряемой частоты, кГц;<br>$f_{сч}$ — время счета, мс |
| Вольтметр универсальный цифровой В7-27А | Диапазон напряжения постоянного тока: 100 мкВ — 1000 В.<br>Диапазон измерения напряжения переменного тока 30 мВ—30 В | Погрешность измерения напряжения постоянного тока:<br>$\pm [0,35 + 0,15 (U_к/U_х - 1)]$ % на пределе измерений 100 мВ;<br>$\pm [0,25 + 0,5 (U_к/U_х - 1)]$ % на других пределах.<br>Погрешность измерения напряжения переменного тока:<br>$[1 + 0,5 (U_к/U_х - 1)] - [2 + 1 (U_к/U_х - 1)]$ % — в диапазоне 20 Гц — 100 кГц;<br>$[2 + 1 (U_к/U_х - 1)] - [5 + 2,5 (U_к/U_х - 1)]$ % — в диапазоне 100 кГц — 6 МГц |

*Окончание таблицы 2*

| Наименование средств измерений | Диапазон измерений | Погрешность измерений |
|---|---|---|
| Рулетка измерительная металлическая | Длина, м: 0 — 10, цена деления 1 мм | Погрешность не более:<br>± 0,2 мм для миллиметровых интервалов;<br>± 0,3 для сантиметровых интервалов;<br>± 0,4 мм для дециметровых интервалов,<br>± [0,40 + 0,20 ($L$ – 1)] для отрезка длиной 1 м и более, где $L$ — число полных и неполных метров в отрезке |
| Линейки металлические измерительные | Предел измерения 150; 300; 500; 1000 мм; цена деления 1 мм | Отклонение от номинальных значений длины шкалы и расстояний между любым штрихом и началом или концом шкалы:<br>± 0,1 мм — для линеек с пределом измерений до 300 мм;<br>± 0,15 мм — для линеек до 500 мм;<br>± 0,2 — для линеек до 1000 мм.<br>Отклонение от номинальных значений длин сантиметровых делений 0,1 мм |

5.2 Для определения координат источников сигналов применяют испытательное оборудование:
- имитатор объекта «Вертикальный сосуд давления»;
- имитатор объекта «Плита»;
- имитатор объекта «Труба».

Примечание — Сведения об имитаторах объектов «Вертикальный сосуд давления», «Плита» и «Труба» приведены в приложении А.

5.3 При поверке применяют соединитель радиочастотный (тройник) СР–50–95 ФВ по ГОСТ 20265.

5.4 Допускается применение других средств поверки, в том числе имитаторов объектов, имеющих аналогичные характеристики. Положение аттестованных точек на поверхности имитатора может быть изменено поверителем (или испытателем), а их координаты измерены линейкой или рулеткой относительно условного нуля.

## 6 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей

Работу с АЭ аппаратурой и средствами поверки следует проводить в соответствии с требованиями безопасности, указанными в инструкциях по их эксплуатации.

К поверке АЭ аппаратуры допускаются специалисты, прошедшие специальную подготовку по поверке этой группы средств измерений.

Специалисты, проводящие поверку, должны пройти обучение и аттестацию по технике безопасности работ с электрооборудованием до 1000 В. Перед проведением поверки на рабочем месте проводят инструктаж по технике безопасности, о чем делается запись в соответствующем журнале.

АЭ аппаратура и все электронные средства поверки должны быть надежно заземлены.

## 7 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают нормальные условия:
- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха до 80 %;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа;
- напряжение питания (220 ± 4,4) В;
- частота питающей сети (50 ± 1) Гц.

## 8 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки АЭ аппаратуру и средства поверки подготавливают к работе согласно инструкциям по эксплуатации на конкретные АЭ и средства измерений.

## 9 Проведение поверки

### 9.1 Внешний осмотр АЭ аппаратуры

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- наличие технического описания и инструкции по эксплуатации или заменяющего их документа;
- наличие маркировки электронного блока, предварительных усилителей и преобразователей, если последние имеют разъемное соединение с электронным блоком;
- отсутствие механических неисправностей (по внешнему виду) и посторонних предметов внутри АЭ аппаратуры (на слух);
- целостность кабелей и преобразователей (по внешнему виду);
- комплектность согласно техническому описанию или заменяющему его документу;
- плавность движения и четкость фиксации в установленных положениях органов управления;
- наличие места для опломбирования электронного блока АЭ аппаратуры, исключающего доступ в электронный блок без нарушения клейма.

### 9.2 Опробование АЭ аппаратуры

Собирают АЭ аппаратуру, соединив все разъемные элементы (преобразователи, усилители, блок обработки, управления и индикации информации). Подключают аппаратуру к питающей сети. Проводят ее тестирование согласно инструкции по эксплуатации.

Преобразователь одного из каналов АЭ аппаратуры устанавливают на поверхность одного из имитаторов (например, «Плита», «Сосуд давления», «Труба»). К входу блока индикации проверяемого канала через тройник присоединяют осциллограф (например, С1-64А или др.) для наблюдения за картиной прохождения сигналов. Подают в одну из аттестованных по геометрическим координатам *X* и *Y* точек в системе координат, установленной при его аттестации, сигнал от генератора (например, Г3-112/1 или др.) через один из преобразователей поверяемой АЭ аппаратуры на среднегеометрической частоте частотного диапазона АЭ аппаратуры. Амплитуду сигнала (импульсов) выбирают так, чтобы на входе АЭ аппаратуры сигнал по амплитуде был выше порога АЭ аппаратуры, что должно подтверждаться устойчивым изображением сигнала на экране осциллографа и индикатора АЭ аппаратуры.

Примечание — Для поверки двух- и четырехканальной АЭ аппаратуры, когда нет резерва незадействованных на одну процедуру поверки преобразователей, необходимо приобрести дополнительно один преобразователь с параметрами, аналогичными параметрам преобразователя поверяемой АЭ аппаратуры (далее дополнительный преобразователь).

Преобразователь контролируемого канала устанавливают на расстоянии 20 см от места установки преобразователя, соединенного с генератором.

Если на экране осциллографа и индикаторе (например, мониторе) АЭ аппаратуры в режиме просмотра импульсов отсутствует сигнал, то причиной этому с большой степенью вероятности может быть преобразователь контролируемого канала. Чтобы убедиться в этом, сигнал от генератора подают непосредственно на вход усилителя. Убедившись в исправности усилителя, уже на этапе опробования бракуют преобразователь.

Аналогично проверяют поочередно все преобразователи каждого канала АЭ аппаратуры.

### 9.3 Определение метрологических параметров и характеристик АЭ аппартуры

#### 9.3.1 Проверка частотного диапазона АЭ аппаратуры

Проверку рабочего диапазона частот АЭ аппаратуры проводят следующим образом.

Подключают выход генератора (например, Г3-112/1или др.) к одному из преобразователей АЭ аппаратуры. Закрепляют преобразователь, к которому подключен генератор, на поверхность имитатора «Плита» («Труба» или «Вертикальный сосуд давления» в зависимости от особенностей АЭ аппаратуры). Другой преобразователь одного из каналов АЭ аппаратуры закрепляют на расстоянии 20 см от этого преобразователя на поверхности соответствующего имитатора. Через тройник присоединяют к блоку индикации АЭ аппаратуры проверяемого канала осциллограф (например, С1-64А или др.). Включают приборы. На АЭ аппаратуре устанавливают пороговый уровень (если этот уровень регулируемый).

Устанавливают на генераторе такую амплитуду сигнала (чуть выше порогового уровня), чтобы было устойчивое изображение импульсов на экране осциллографа и монитора АЭ аппаратуры. Меняют частоту следования импульсов на генераторе в пределах паспортного значения частотного диапазона

АЭ аппаратуры. Если во всем контролируемом диапазоне частот имеет место прохождение импульсов на экране осциллографа и индикаторе АЭ аппаратуры, то делают заключение о соответствии частотного диапазона паспортным данным. Отсоединяют осциллограф от гнезда тройника и на его место подключают частотомер (например, Ч3--38). Устанавливают на генераторе поочередно сначала нижнее значение частоты, а затем верхнее значение частоты сигнала частотного диапазона АЭ аппаратуры, измеряя частоты частотомером.

Аналогично по частотному диапазону проверяют другие каналы. Результаты измерений частотного диапазона заносят в протокол поверки. Он должен соответствовать установленным значениям частотного диапазона в описании типа АЭ аппаратуры.

**9.3.2 Определение динамического диапазона измерения амплитуд сигналов АЭ аппаратуры**

Устанавливают порог АЭ аппаратуры, если это предусмотрено инструкцией по эксплуатации.

Подключают выход генератора импульсов (например, Г5-54 или др.) к одному из преобразователей АЭ аппаратуры. Закрепляют преобразователь, к которому подключен генератор, на поверхности имитатора «Плита» (или другого имитатора в зависимости от особенностей АЭ аппаратуры). Другой преобразователь одного из контролируемых каналов АЭ аппаратуры закрепляют на поверхности имитатора «Плита» (или другого используемого имитатора) на расстоянии 20 см от преобразователя, к которому подключен генератор импульсов. Через тройник присоединяют к блоку индикации электрических сигналов АЭ аппаратуры осциллограф (например, С1-64А).

Устанавливают на генераторе импульсов такую амплитуду сигнала (чуть выше порогового уровня), чтобы было устойчивое изображение сигнала на экране осциллографа и индикатора (монитора) АЭ аппаратуры. Устанавливают на генераторе среднегеометрическое значение частоты следования импульсов в пределах паспортного значения частотного диапазона АЭ аппаратуры. Фиксируют минимальную амплитуду сигнала на выходе генератора сигналов (на входе акустического тракта) $A_{вх.\ мин}$, при которой обеспечиваются устойчивые показания сигнала на экране осциллографа и индикаторе АЭ аппаратуры.

Увеличивают амплитуду сигнала на генераторе в 10 раз, чтобы усилители электронного тракта АЭ аппаратуры работали в линейном режиме. Фиксируют и заносят в протокол поверки значения амплитуды сигнала на выходе генератора сигналов и выходе электронного тракта (по показаниям амплитуды сигнала на экране осциллографа С1-64А).

Вычисляют коэффициент усиления АЭ аппаратуры $K_{ср}$ на среднегеометрической частоте в относительных единицах по формуле

$$K_{ср} = A_{вых.\ ср}/A_{вх.\ мин}, \quad (1)$$

где $A_{вых.\ ср}$ — амплитуда сигнала среднегеометрической частоты в линейной части вольтамперной характеристики на выходе усилительного тракта АЭ аппаратуры (на входе блока индикации сигналов);

$A_{вх.\ мин}$ — минимальная амплитуда среднегеометрической частоты входного сигнала (на входе акустического тракта АЭ аппаратуры), измеренная на выходе генератора сигналов.

Увеличивают амплитуду входного сигнала на среднегеометрической частоте, фиксируя входной и выходной сигнал до уровня, при котором коэффициент усиления $K_{ср}$ не уменьшится на 10 %. Заносят максимальные значения амплитуд входного $A_{вх.\ макс}$ (на выходе генератора) и выходного $A_{вых.\ макс}$ (на выходе усилительного тракта) сигналов в протокол.

Динамический диапазон АЭ аппаратуры $D$ в децибелах вычисляют по формуле

$$D = 20\ \lg\ A_{вх.\ макс}/A_{вх.\ мин}. \quad (2)$$

Аналогично проверяют другие каналы. Результаты измерений и вычислений заносят в протокол поверки. За результат измерений динамического диапазона АЭ аппаратуры принимают минимальное значение измеренного значения динамического диапазона одного канала, округленного до целого числового значения. Динамический диапазон АЭ аппаратуры должен быть не менее установленного в описании типа АЭ аппаратуры.

**9.3.3 Определение погрешности измерения амплитуд сигналов АЭ аппаратурой**

Устанавливают порог на АЭ аппаратуре (если это предусмотрено инструкцией по эксплуатации).

Подключают выход генератора импульсов (например, Г5-54 или др.) к одному из преобразователей АЭ аппаратуры (или дополнительному преобразователю). Закрепляют преобразователь, к которому подключен генератор, на поверхность имитатора «Плита» (или другого имитатора в соответствии с особенностями АЭ аппаратуры). Другой преобразователь одного из контролируемых каналов АЭ аппа-

ратуры закрепляют на расстоянии 20 см от преобразователя, к которому подключен генератор сигналов. Подключают тройник к блоку индикации АЭ аппаратуры. В свободное гнездо тройника подключают осциллограф (например, С1-64А или др.). Включают приборы. На АЭ аппаратуре устанавливают режим измерения амплитуд сигналов.

На среднегеометрической частоте частотного диапазона АЭ аппаратуры устанавливают на генераторе (на входе акустического тракта) поочередно в пределах динамического диапазона измерения амплитуд сначала минимальное значение амплитуды входного сигнала, затем максимальное значение амплитуды входного сигнала и, наконец, среднее значение амплитуды входного сигнала. При всех значениях амплитуд сигнала на выходе генератора зафиксируют показания осциллографа и индикатора АЭ аппаратуры. Измерения повторяют три раза. За результат измерения амплитуд в каждой точке соответственно для осциллографа и индикатора АЭ аппаратуры принимают среднее арифметическое трех измерений. Результат измерения заносят в протокол поверки.

Вычисляют абсолютную погрешность измерения амплитуд АЭ сигналов $\Delta A$ в каждой контролируемой точке диапазона измерения амплитуд сигналов по формуле

$$\Delta A = A_{\text{вых.АЭ}} - A_{\text{вых.О}}, \quad (3)$$

где $\Delta A$ — абсолютная погрешность измерения амплитуды сигнала;

$A_{\text{вых.АЭ}}$ — значение амплитуды сигнала, измеренное АЭ аппаратурой;

$A_{\text{вых.О}}$ — значение амплитуды сигнала, измеренное осциллографом.

За погрешность измерения амплитуд сигналов одного канала с помощью АЭ аппаратуры принимают максимальное значение погрешности $\Delta A_{\text{вых макс}}$, выбранное по результатам измерений в трех точках динамического диапазона амплитуд сигналов.

Аналогично проверяют другие каналы. Результаты измерений и вычислений заносят в протокол поверки.

Максимальное значение погрешности по всем каналам не должно превышать предел погрешности, установленный в описании типа АЭ аппаратуры.

**9.3.4 Определение погрешности измерения длительности импульсов АЭ аппаратурой**

Устанавливают порог на АЭ аппаратуре (если это предусмотрено инструкцией по эксплуатации).

Подключают выход генератора импульсов (например, Г5-54, или др.) к одному из преобразователей АЭ аппаратуры. Закрепляют преобразователь, к которому подключен генератор, на поверхность имитатора «Плита». Другой преобразователь одного из контролируемых каналов АЭ аппаратуры закрепляют на поверхности имитатора «Плита» (или другого имитатора) на расстоянии 20 см от преобразователя, к которому подключен генератор сигналов. Присоединяют к блоку индикации электрических сигналов АЭ аппаратуры тройник. В свободное гнездо тройника подключают осциллограф (например, С1—64А или др.). На АЭ аппаратуре устанавливают режим измерения длительности импульсов. Изменяют длительность импульсов на генераторе. Снимают показания длительности импульсов на осциллографе и на индикаторе АЭ аппаратуры.

Измерения в каждой точке проводят не менее трех раз. За результат измерения в каждой точке принимают среднее арифметическое трех измерений. Измерения длительности проводят при минимальном, максимальном и среднем значении паспортного значения измеряемой длительности.

Погрешность измерения длительности в каждой из трех точек диапазона измерений равна

$$\Delta_\tau = \tau_{\text{АЭ}} - \tau_{\text{О}}, \quad (4)$$

где $\tau_{\text{АЭ}}$ — показания длительности импульсов на индикаторе АЭ аппаратуры;

$\tau_{\text{О}}$ — показания длительности импульсов на осциллографе.

Аналогично погрешность измерения длительности импульсов определяют во всех каналах АЭ аппаратуры.

Максимальное значение погрешности $\Delta_\tau$ макс из трех значений измерений длительности во всех каналах не должно превышать предел погрешности, установленный в описании утвержденного типа АЭ аппаратуры.

**9.3.5 Определение погрешности измерения координат источников АЭ сигналов АЭ аппаратурой**

Подготавливают поочередно к измерениям координат источников сигналов АЭ по четыре канала, присоединив четыре преобразователя (антенну АЭ) к своим усилительным трактам, а усилительные тракты к блоку индикации электрических сигналов АЭ аппаратуры. Устанавливают преобразователи

на соответствующие аттестованные точки по значениям координат $X$ и $Y$ на имитаторах «Плита» или «Сосуд давления».

Подключают выход генератора импульсов (например, Г5-54 или др.) к одному из преобразователей АЭ аппаратуры. Закрепляют преобразователь, к которому подключен генератор, на поверхность имитатора «Плита» или «Сосуд давления» в аттестованную по координатам $X$ и $Y$ точку (например, А, или В, или С и т. д. при наличии других аттестованных точек). На АЭ аппаратуре устанавливают режим измерения координат источников сигналов АЭ.

Фиксируют показания координат источника АЭ на блоке индикации электрических сигналов АЭ аппаратуры и сравнивают с аттестованными значениями координат источника АЭ соответствующего стенда в точке А.

Меняют антенну, формируя ее из комбинации других преобразователей АЭ аппаратуры. Для каждой антенны проводят измерения координат источников АЭ по показаниям его электронного блока в режиме измерения координат источника сигналов в одной из аттестованных точек.

Погрешность измерений координат источника АЭ в точке А равна:

$$\Delta_{xA} = \sum_{i=1}^{n} (X_{iA} - X_A) / n, \quad (5)$$

$$\Delta_{yA} = \sum_{i=1}^{n} (Y_{iA} - Y_A) / n, \quad (6)$$

где $i \ldots n$ — число антенн;

$X_{iA}$ — показание значения координаты $X$ в точке А с помощью аппаратуры АЭ;

$X_A$ — аттестованное значение координаты $X$ в точке А на имитаторе;

$Y_{iA}$ — показание значения координаты $Y$ в точке А с помощью аппаратуры АЭ;

$Y_A$ — аттестованное значение координаты $Y$ в точке А на имитаторе.

Аналогично определяют погрешности измерений координат $X$ и $Y$ в точках В и С. Они соответственно равны: $\Delta_{xB}$; $\Delta_{yB}$; $\Delta_{xC}$; $\Delta_{yC}$.

Для поверяемой АЭ аппаратуры погрешности измерения координат источников АЭ сигналов не должны превышать значений, установленных в описании утвержденного типа АЭ аппаратуры.

Примечание — Для АЭ аппаратуры, имеющей не более двух преобразователей (например, ПОИСК-2М, Малахит АС-14А) проверку возможности обнаружения источника сигналов (например, течи) проводят на имитаторе «Труба». Для имитации сигнала АЭ используют дополнительный преобразователь и генератор (например, Г5-64А или др.). При этом аппаратура в зависимости от заложенных возможностей даст значение линейных координат источника АЭ либо даст информацию о наличии сигнала АЭ (а значит течи, как например в АЭ аппаратуре «Поиск» словом «*LEAK*»).

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки заносят в протокол АЭ аппаратуры (приложение Б). В протоколе поверки указывают номера забракованных преобразователей.

10.2 Положительные результаты поверки измерителей оформляют свидетельством о поверке в соответствии с [1]. Наносят оттиск поверительного клейма на электронный блок в месте, исключающем доступ в него без нарушения клейма.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают номера преобразователей, с которыми проводилась поверка, и допущенных к эксплуатации

10.3 На АЭ аппаратуру, признанную по результатам поверки непригодной к применению, выписывают извещение о непригодности к применению [1], свидетельство о поверке аннулируют, клеймо гасят.

**Приложение А**
**(рекомендуемое)**

## Сведения об имитаторах объектов контроля и диагностики

### А.1 Имитатор объекта «Труба»

Назначение: Используется в качестве вспомогательного оборудования для испытаний и поверки акустико-эмиссионных приборов, комплексов, систем в качестве имитатора объекта контроля и диагностики для формирования сигналов и координат источников акустической эмиссии. Рекомендуется применять при испытаниях и поверке двухканальной АЭ аппаратуры, предназначенной для обнаружения течи.

**Основные метрологические параметры и характеристики:**

Труба стальная бесшовная по ГОСТ 8732, марка стали Ст 4сп, наружный диаметр трубы 57 мм, толщина трубы 5 мм, длина отрезка трубы 2750 мм; толщина стенки трубы 5 мм; класс чистоты наружной поверхности не хуже $R_z$ = 40.

Координаты двух точек (1; 2) имитатора «Труба» для установки преобразователей:

$X_1$ = 80 мм; $X_2$ = 1520 мм. ПГ = ±0,5 мм.

Координаты установки источников сигнала в точках И1; И2; И3:

$X_{И1}$ = 510 мм; $X_{И2}$ = 770 мм; $X_{И3}$ = 1060 мм. ПГ = ±0,5 мм.

### А.2 Имитатор объекта «Вертикальный сосуд давления»

Назначение: Используется в качестве вспомогательного оборудования для испытаний и поверки акустико-эмиссионных приборов, комплексов, систем в качестве имитатора объекта контроля и диагностики для формирования сигналов и координат источников акустической эмиссии. Рекомендуется применять при испытаниях и поверке многоканальной АЭ аппаратуры, предназначенной для контроля и диагностики сосудов давления.

**Основные метрологические параметры и характеристики:**

Труба стальная бесшовная по ГОСТ 8732, марка стали Ст 4сп, диаметр трубы 715 мм (допускается диаметр трубы 550 мм), толщина стенки трубы 9 мм, длина отрезка трубы 2090 мм, класс чистоты наружной поверхности не хуже $R_z$ = 40.

Координаты четырех точек (1; 2; 3; 4) имитатора «Вертикальный сосуд давления» для установки преобразователей:

$X_1$ = 70 мм; $Y_1$ = 80 мм; $X_2$ = 150 мм; $Y_2$ = 1500 мм; $X_3$ = 740 мм; $Y_3$ = 1120 мм; $X_4$ = 880 мм; $Y_4$ = 1330 мм; ПГ = ±0,5 мм.

Координаты точек И1; И2; И3 для установки источников сигнала:

$X_{И1}$ = 260 мм; $Y_{И1}$ = 400 мм; $X_{И2}$ = 420 мм; $Y_{И2}$ = 740 мм; $X_{И3}$ = 550 мм; $Y_{И3}$ = 930 мм. ПГ = ±0,5 мм.

### А.3 Имитатор объекта «Плита»

Назначение: Используется в качестве вспомогательного оборудования для испытаний и поверки акустико-эмиссионных приборов, комплексов, систем в качестве имитатора объекта контроля и диагностики для формирования сигналов и координат источников акустической эмиссии. Рекомендуется применять при испытаниях и поверке многоканальной АЭ аппаратуры, предназначенной для контроля и диагностики объектов разного назначения.

**Основные метрологические параметры и характеристики:**

Отрезок листа из алюминиевого сплава по ГОСТ 21631, марка сплава алюминия Д16, толщина листа 7 мм, длина плиты 800 мм, ширина плиты 800 мм, класс чистоты наружной поверхности не хуже $R_z$ = 40.

Координаты четырех точек (1; 2; 3; 4) имитатора «Плита» для установки преобразователей:

$X_1$ = 5 мм; $Y_1$ = 5 мм; $X_2$ = 8 мм; $Y_2$ = 50 мм; $X_3$ = 40 мм; $Y_3$ = 36 мм; $X_4$ = 750 мм; $Y_4$ = 730 мм; ПГ = ±0,5 мм.

Координаты установки источников сигнала в точках И1; И2; И3:

$X_{И1}$ = 15 мм; $Y_{И1}$ = 15 мм; $X_{И2}$ = 60 мм; $Y_{И2}$ = 75 мм; $X_{И3}$ = 450 мм; $Y_{И3}$ = 500 мм. ПГ = ±0,5 мм.

Примечание — Длины отрезков труб для имитаторов «Труба» и «Вертикальный сосуд давления», координаты аттестованных точек для установки на имитаторе преобразователей АЭ аппаратуры и преобразователя источника сигналов могут иметь другие значения по усмотрению поверочной службы предприятия, аккредитованной на право поверки АЭ аппаратуры.

Аттестацию имитаторов по геометрическим параметрам, в том числе выбор нуля системы координат на объекте, аттестацию координат источников АЭ и точек для установки преобразователей антенн АЭ аппаратуры, имеет право осуществлять метрологическая служба предприятия, аккредитованная на право поверки средств геометрических измерений.

Точки для установки преобразователей, присоединенных к генератору сигналов (при имитации сигнала АЭ) и соединенных с АЭ аппаратурой при измерении координат источников АЭ, выбирают внутри прямоугольной системы координат.

**Приложение Б**
**(рекомендуемое)**

## Форма протокола поверки

АЭ (прибор, система, комплекс) _____

Зав. № _____ , год выпуска _____

Принадлежит _____

Дата проведения поверки _____

_____

Нормальные условия поверки _____

_____

Б.1 Результаты внешнего осмотра _____

_____

Б.2 Результаты опробования _____

_____

### Б.3 Определение метрологических параметров и характеристик

Таблица Б.3.1 — Проверка частотного диапазона АЭ аппаратуры

| № канала и преобразователя | Минимальное значение диапазона частот, кГц | Максимальное значение диапазона частот, кГц | Среднегеометрическое значение диапазона частот, кГц |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Таблица Б. 3.2 — Определение динамического диапазона измерения амплитуд сигналов АЭ аппаратуры

| № канала и преобразователя | Минимальное значение амплитуды сигнала на входе акустического тракта АЭ аппаратуры, В | Максимальное значение амплитуды сигнала на входе акустического тракта АЭ аппаратуры, В | Коэффициент усиления, $K_{ср} = A_{вых.\ ср}/A_{вх.\ мин}$ | Динамический диапазон, $D = 20 \lg A_{вх.\ макс}/A_{вх.\ мин}$, дБ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Таблица Б.3.3 — Определение погрешности измерения амплитуд сигналов АЭ аппаратурой

| № канала и преобразователя | Показания осциллографа на выходе АЭ аппаратуры при минимальном значении амплитуды сигнала на входе АЭ аппаратуры, В | Показания амплитуды сигнала на индикаторе АЭ аппаратуры при минимальном значении амплитуды сигнала на входе АЭ аппаратуры, В | Показания осциллографа на выходе АЭ аппаратуры при максимальном значении амплитуды сигнала на входе АЭ аппаратуры, В | Показания амплитуды сигнала на индикаторе АЭ аппаратуры при максимальном значении амплитуды сигнала на входе АЭ аппаратуры, В | Показания осциллографа на выходе АЭ аппаратуры при среднем значении амплитуды сигнала на входе АЭ аппаратуры, В | Показания амплитуды сигнала на индикаторе АЭ аппаратуры при среднем значении амплитуды сигнала на входе АЭ аппаратуры, В | Погрешность измерения амплитуды АЭ сигнала, $\Delta A = A_{\text{вых. О}} - A_{\text{вых. АЭ}}$, В |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Максимальная погрешность измерения амплитуды АЭ сигнала $\Delta A_{\text{макс}}$ =

Таблица Б.3.4 — Определение погрешности измерения длительности импульсов АЭ аппаратурой

| № канала и преобразователя | Результаты измерения длительности импульсов с помощью АЭ аппаратуры, $\tau_{ia}$, мкс | Результаты измерений длительности импульсов с помощью осциллографа $\tau_0$, мкс | Погрешность измерения длительности импульсов $\Delta = \tau_{ia} - \tau_0$, мкс |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Максимальная погрешность измерения длительности импульса $\Delta_{\tau\ \text{макс}}$ =

Таблица Б.3.5 — Определение погрешности измерения координат источников АЭ сигналов АЭ аппаратурой

| № антенны АЭ и № преобразователей | Аттестованная координата $X_i$ точки на имитаторе, в которую помещен преобразователь источника АЭ, мм | Аттестованная координата $Y_i$ точки на имитаторе, в которую помещен преобразователь источника АЭ, мм | Значение координаты $X$ по показаниям АЭ аппаратуры в точках А, В, С $X_{iA}$, $X_{i\,B}$, $X_{i\,C}$ и т. д., мм | Значение координаты $Y$ по показаниям АЭ аппаратуры в точках А, В, С $Y_{iA}$, $Y_{i\,B}$, $Y_{i\,C}$ и т. д.,мм | Погрешность измерения координат $X$ в точках А, В, С $\Delta_{xA}$; $\Delta_{xB}$; $\Delta_{xC}$; и т. д., мм | Погрешность измерения координат $Y$ в точках А, В, С $\Delta_{yA}$; $\Delta_{yB}$; $\Delta_{yC}$ и т. д., мм | Максимальное значение погрешности измерения координат источников АЭ, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Антенна АЭ № 1 из четырех преобразователей №, №, №, № | Точка А $X_A$ =<br>Точка В $X_B$ =<br>Точка С $X_C$ = | Точка А $Y_A$ =<br>Точка В $Y_B$ =<br>Точка С $Y_C$ = | Точка А $X_{1A}$ =<br>Точка В $X_{1B}$ =<br>Точка С $X_{1C}$ = | Точка А $Y_{1A}$ =<br>Точка В $Y_{1B}$ =<br>Точка С $Y_{1C}$ = | | | |
| Антенна АЭ № 2 из четырех преобразователей №, №, №, № | Точка А $X_A$ =<br>Точка В $X_B$ =<br>Точка С $X_C$ = | Точка А $Y_A$ =<br>Точка В $Y_B$ =<br>Точка С $Y_C$ = | Точка А $X_{2A}$ =<br>Точка В $X_{2B}$ =<br>Точка С $X_{3C}$ = | Точка А $Y_{2A}$ =<br>Точка В $Y_{2B}$ =<br>Точка С $Y_{2C}$ = | | | |
| Антенна АЭ № 3 из четырех преобразователей №, №, №, № | Точка А $X_A$ =<br>Точка В $X_B$ =<br>Точка С $X_C$ = | Точка А $Y_A$ =<br>Точка В $Y_B$ =<br>Точка С $Y_C$ = | Точка А $X3_A$ =<br>Точка В $X_{3B}$ =<br>Точка С $X_{3C}$ = | Точка А $Y3_A$ =<br>Точка В $Y_{3B}$ =<br>Точка С $Y_{3C}$ = | | | |

Заключение по результатам поверки:

_____

_____

_____

_____

Поверитель: _____

(подпись) (ИО, фамилия)

## Библиография

[1] Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке (утвержден приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, зарегистрирован в Минюсте России 4 сентября 2015 г.)

УДК 531.717.521:006.354 ОКС 17.040.30

Ключевые слова: акустико-эмиссионные приборы, информационно-измерительные комплексы, системы

**БЗ 5—2019/33**

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 03.06.2019. Подписано в печать 19.06.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,86.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru