

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
Федеральное государственное унитарное предприятие
РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
RA.RU.314755

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ЦИ СИ,
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –
начальник НИО

В.К. Дарымов



«16» 05 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ АР20XX

Методика поверки

МП 88508-23-2025

г. Саров
2025 г.

Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки.....	4
3	Требования к условиям проведения поверки	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
7	Внешний осмотр	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	7
10	Оформление результатов поверки	14
	Приложение А (справочное) Конструктивные особенности акселерометров.....	15
	Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП.....	19
	Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений	20

1 Общие положения

Настоящая МП распространяется на акселерометры AP20XX.

Акселерометры AP20XX (далее по тексту – акселерометр) предназначены для измерений вибрационных и ударных ускорений.

Принцип действия акселерометров основан на прямом пьезоэлектрическом эффекте, заключающемся в генерации электрического сигнала, пропорционального действующему ускорению.

В конструкции акселерометров использована механическая схема с пьезокерамическим элементом, работающим на сдвиг и встроенный унифицированный усилитель, обеспечивающий широкий диапазон питающего напряжения от плюс 18 до плюс 30 В.

Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственным первичным эталонам ГЭТ 58-2018, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 и ГЭТ 57-84, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок акселерометров методом прямых измерений и сличением с помощью компаратора в соответствии с ГПС, утверждёнными приказами Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 и от 12 ноября 2021 г. № 2537.

Первичной поверке акселерометры подвергаются при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

Методика поверки допускает возможность поверки в требуемых частотных диапазонах, оговоренных в заявке на поверку, в границах рабочих диапазонов частот и измерений ускорения, с обязательным указанием информации об объёме проведенной поверки.

Конструктивные особенности акселерометров приведены в приложении А.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведен в приложении Б.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении В.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки, должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 10.3.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта МП
	первичной	периодической	
Внешний осмотр	Да	Да	7.1
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	9
Определение действительного значения коэффициента преобразования	Да	Да	9.1
Определение амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики	Да	Нет	9.2
Определение частоты установочного резонанса	Да	Нет	9.3
Определение частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики	Да	Да	9.4
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	Да	Нет	9.5
Определение основной относительной погрешности при измерении виброускорения	Да	Да	9.6

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °C;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на акселерометр, данную МП и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, СИ утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1.2	<p>СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °C до 25 °C, абсолютная погрешность измерений в пределах ±1 °C</p> <p>СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах ±3 %</p> <p>СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах ±0,5 кПа</p> <p>СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах ±1 %</p> <p>СИ частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах ±0,1 Гц</p>	<p>Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)</p> <p>Мультиметр цифровой 34410A (рег. № 47717-11)</p>
8.2, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5	Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ в диапазоне частот от 0,1 до 20000 Гц и амплитуд ускорения от 0,1 до 300 м/с ² , относительная погрешность измерений на опорной частоте в пределах ±1 %	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
9.2	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГПС ²⁾ в диапазоне от 200 до 98000 м/с ² , относительная погрешность измерений в пределах ±2,5 %	Установка для калибровки акселерометров ударом K9525C ³⁾ (рег. № 45462-10)
9.3	<p>Рабочий диапазон частот от 10 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений на опорной частоте в пределах ±1 %</p> <p>Рабочий диапазон частот от 10 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений в пределах ±3 %</p>	<p>Усилитель измерительный AP5110³⁾ (рег. № 57588-14)</p> <p>Преобразователь напряжения измерительный AP6200³⁾ (рег. № 78358-20)</p>

¹⁾ - приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772;

²⁾ - приказ Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537;

³⁾ - только для первичной поверки

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на акселерометр, средства поверки и испытательное оборудование.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- целостность корпуса, состояние посадочных поверхностей (отсутствие вмятин, царапин, задиров, повреждений резьбы);
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, акселерометр бракуют.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них. При колебаниях температур в складских и рабочих помещениях в пределах более 10 °С необходимо выдержать полученный со склада акселерометр не менее двух часов в нормальных условиях.

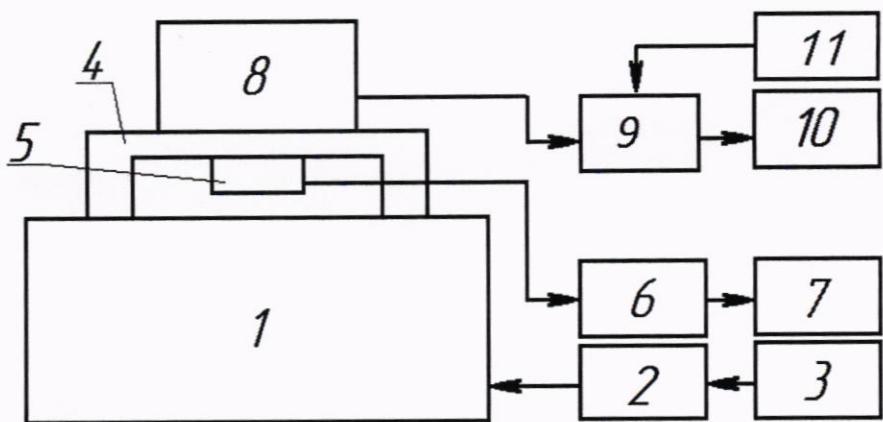
8.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверку работоспособности проводят на установке вибрационной поверочной 2-го разряда. Функциональная схема установки приведен на рисунке 1. Акселерометр устанавливают сверху эталонного вибропреобразователя установки через технологический переходник (при необходимости). Рабочая ось испытуемого акселерометра должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя.

Включают и прогревают СИ в соответствии с ЭД на них. Воспроизводят на частоте (200 ± 1) Гц уровень СКЗ виброускорения не менее 10 м/с^2 (3 м/с^2 для модификации AP20XX-5000-XX).

8.2.2 Акселерометр считают прошедшим опробование с положительным результатом, если уровень выходного сигнала превышает уровень помех не менее чем в 10 раз (20 дБ).



- 1 – вибростенд;
 2 – усилитель мощности;
 3 – генератор;
 4 – технологический переходник;
 5 – эталонный вибропреобразователь;
- 6, 9 – согласующий устройство AS01;
 7, 10 – регистратор;
 8 – поверяемый акселерометр;
 11 – источник питания постоянного тока +24 В
 (при необходимости)

Примечание – Согласующее устройство (9) не требуется, если поверочная установка оборудована усилителем, который может работать в режиме преобразования напряжения при работе с датчиками со встроенным согласующим усилителем стандарта IEPE (integrated electronic piezoelectric), например, AP5110 (рег. № 57588-14), AP5200 (рег. № 71709-18), AP5230-20 (рег. № 78349-20) и т.д., или аналогичным регистратором, например, преобразователь напряжения измерительный AP6300 (рег. № 71631-18).

Рисунок 1 – Схема установки функциональная

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Определение действительного значения коэффициента преобразования

9.1.1 Определение коэффициента преобразования проводят на установке вибрационной поверочной. Акселерометр устанавливают сверху эталонного вибропреобразователя установки через технологический переходник (при необходимости). Рабочая ось поверяемого акселерометра должна совпадать с рабочей осью эталонного вибропреобразователя. Задают колебания на базовой частоте (200 ± 1) Гц с ускорением не менее 10 м/с^2 (3 м/с^2 для модификации AP20XX-5000-XX) и измеряют выходной сигнал проверяемого и эталонного каналов.

Коэффициент преобразования $K_{np.i}$, мВ/(м·с⁻²), определяют по формуле

$$K_{np.i} = \frac{U}{A_o \cdot K_{yc}}, \quad (1)$$

где U – величина выходного напряжения проверяемого канала (акселерометра), мВ;

A_o – величина воздействующего ускорения, измеренная по эталонному каналу, м/с²;

K_{yc} – коэффициент усиления усилителя проверяемого акселерометра, мВ/мВ.

9.1.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения находится в пределах:

- $\pm 10\%$ - для исполнений AP20XX-XX-XX-X;
- $\pm 2\%$ - для исполнений AP20XX-XX-XX-N.

9.2 Определение амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики

9.2.1 Определение амплитудного диапазона и нелинейности амплитудной характеристики проводят на установке вибрационной поверочной. Измерения проводят на базовой частоте (200 ± 1) Гц при не менее чем пяти значениях амплитуды ускорения, одно из которых должно равняться максимально допустимому значению для поверяемой модификации акселерометра, другое минимальному значению. При ускорениях выше 300 м/с^2 рекомендуется использовать ударную установку, например, установку К9525С.

Задают ускорения, соответствующие измеряемому диапазону, и снимают показания поверяемого и эталонного каналов.

При каждом значении ускорения определяют коэффициент преобразования акселерометра $K_{np.i}$, мВ/(м·с⁻²), по формуле (1).

9.2.2 Нелинейность амплитудной характеристики δ_{AX} , %, определяют по формуле

$$\delta_{AX} = \frac{K_{np.i} - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{np.i}}{n};$ (3)

n – число измерений.

9.2.3 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах:

- ± 1 % в диапазоне от минимального измеряемого ускорения до 300 м/с^2 включительно (для модификаций AP20XX-500-XX, AP20XX-1000-XX, AP20XX-5000-XX до верхнего значения диапазона измерений амплитуды ускорения);

- $\pm 1,5$ % в диапазоне выше 300 до 1200 м/с^2 включительно для модификаций AP2018-XX, AP2037-XX-XX (кроме AP2037-500-XX), AP2043-XX-XX (для модификаций AP2043-50-XX, AP20XX-100-XX до верхнего значения диапазона измерений амплитуды ускорения);

- ± 4 % в диапазоне выше 1200 м/с^2 до максимального измеряемого ускорения (выше 1200 м/с^2 до максимального измеряемого ускорения для модификаций AP2018-XX, AP2037-XX-XX, AP2043-XX-XX).

9.3 Определение частоты установочного резонанса

9.3.1 Определение частоты установочного резонанса проводят на установке вибрационной поверочной в соответствии с 10.15.1 ГОСТ Р 8.669.

В диапазоне, не обеспечиваемых установкой, частоту установочного резонанса определяют в ударном режиме в соответствии с 10.15.2 ГОСТ Р 8.669.

9.3.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если частота установочного резонанса в осевом направлении:

- не менее 7 кГц для AP2006-XX;
- не менее 15 кГц для AP2039-XX, AP2050-XX;
- не менее 25 кГц для AP2028B, AP2028I;

- не менее 30 кГц для AP2028-XX (кроме AP2028B, AP2028I), AP2049-XX, AP2081-XX, AP2082M-XX, AP2083, AP2099-XX;
- не менее 36 кГц для AP2038-XX, AP2043-XX, AP2046, AP2098-XX;
- не менее 45 кГц для AP2017, AP2037-XX, AP2078-XX;
- не менее 55 кГц для AP2029-XX-XX, AP2030-XX, AP2031-XX;
- не менее 60 кГц для AP2018-XX, AP2019, AP2022-XX, AP2034-XX, AP2045-XX.

9.4 Определение частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики

9.4.1 Определение частотного диапазона и неравномерности ЧХ проводят в соответствии с 10.13 ГОСТ Р 8.669. Измерения проводят на установке вибрационной поверочной. На вибrostенде воспроизводят виброускорение амплитудой не менее 10 м/с^2 (3 м/с^2 для модификации AP20XX-5000-XX). Уровень виброускорения контролируют по эталонному каналу установки.

При неизменной величине ускорения снимают показания выходного напряжения с регистратора проверяемого канала (проверяемого акселерометра) на частотах третьекратного ряда при первичной поверке и октавного ряда при периодической. Наличие нижней и верхней частоты требуемого рабочего диапазона обязательно.

Неравномерность ЧХ проверяемого акселерометра γ_i , %, определяют по формуле

$$\gamma_i = \frac{U_i - U_{200}}{U_{200}} \cdot 100, \quad (4)$$

где U_i – величина выходного напряжения проверяемого акселерометра при i -том фиксированном значении частоты, мВ;

U_{200} – величина выходного напряжения проверяемого акселерометра на базовой частоте 200 Гц, мВ.

На частотах ниже 20 Гц величину ускорения устанавливают исходя из возможностей применяемого вибrostенда, а при расчёте γ_i учитывают изменение U_i .

Неравномерность ЧХ в высокочастотной области (свыше 10 кГц) допускается определять по формуле

$$\gamma_i = \left(\frac{1}{1 - (f_b / f_o)^2} - 1 \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где f_b – верхняя рабочая частота акселерометра, Гц;

f_o – частота установочного резонанса акселерометра, Гц, измеренная по 9.3.

9.4.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если неравномерность ЧХ находится в пределах:

- для AP2006-XX-XX:

- $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,1 до 3800 Гц;
- $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,1 до 2000 Гц;
- $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 600 Гц;

- для AP2017:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 2 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 10 до 15000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 20 до 5000 Гц;
- для AP2018-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 2 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 5 до 20000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 5 до 6000 Гц;
- для AP2019:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 5 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 20 до 20000 Гц;
- для AP2022-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 5 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 15 до 20000 Гц;
- для AP2028-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 12000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 15 до 3000 Гц;
- для AP2028B, AP2028I:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 10000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 8000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 15 до 2500 Гц;
- для AP2029-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 2 до 12000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 15 до 4000 Гц;
- для AP2030-XX, AP2031-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 1 до 18000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 5000 Гц;
- для AP2034-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 20000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 5000 Гц;
- для AP2037-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,3 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 15000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 5 до 5000 Гц;
- для AP2038-XX, AP2038P-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,3 до 14000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 5000 Гц;
- для AP2039-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 8000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 5000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 15 до 1500 Гц;

- для AP2043-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,6 до 18000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 2 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 5 до 5000 Гц;
- для AP2045-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,7 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 2 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 5000 Гц;
- для AP2046-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 16000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 2 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 3000 Гц;
- для AP2049-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 14000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 1 до 7000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 5 до 4000 Гц;
- для AP2050-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 10000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 1 до 5000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 1500 Гц;
- для AP2078-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 1 до 15000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 15 до 3000 Гц;
- для AP2081-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 14000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 12 до 2500 Гц;
- для AP2082M-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 16000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 3000 Гц;
- для AP2083:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,5 до 14000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 1 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 15 до 2500 Гц;
- для AP2098-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 20000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 12000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 3500 Гц;
- для AP2099-XX-XX:
 - $\pm 45\%$ в диапазоне от 0,4 до 14000 Гц;
 - $\pm 12,5\%$ в диапазоне от 0,5 до 10000 Гц;
 - $\pm 4\%$ в диапазоне от 10 до 3000 Гц.

Примечания:

1 По заявке заказчика поверка проводится на частотах, оговоренных в заявке на поверку в границах рабочего диапазона частот.

2 При проведении периодической поверки частотный диапазон с неравномерностью ЧХ $\pm 45\%$ проверяется по заявке заказчика.

3 При проведении периодической поверки, допускается вместо определения неравномерности частотной характеристики акселерометра по 9.4 определять частоту установочного резонанса по 9.3. Неравномерность частотной характеристики в этом случае определяют по формуле (5).

4 Для акселерометров, используемых только для измерений ударных ускорений, по заявке заказчика поверку следует проводить по МИ 1826, при этом проверку частотного диапазона допускается не проводить.

9.5 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования

9.5.1 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводят в соответствии с 10.12 ГОСТ Р 8.669. Измерения проводят на установке вибрационной поверочной. Сначала проверяемый акселерометр закрепляют на вибrostенде при помощи специального переходника таким образом, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна действию вибрации.

На вибrostенде задают вибрацию с ускорением амплитудой не менее 10 м/с^2 (3 м/с^2 для модификации AP20XX-5000-XX) на базовой частоте $(200 \pm 1) \text{ Гц}$ (контроль уровня вибрации производят по эталонному каналу). Снимают показания $U_{\text{непер.}}$, мВ, при различных положениях акселерометра, соответствующих его повороту вокруг рабочей оси на $30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330^\circ$. Определяют максимальное значение. Затем акселерометр закрепляют таким образом, чтобы его ось чувствительности совпадла с направлением действия вибрации. Снимают показания $U_{\text{осев.}}$, мВ, при тех же значениях частоты и амплитуды ускорения.

Относительный коэффициент поперечного преобразования K_{un} , %, определяют по формуле

$$K_{un} = \frac{U_{\text{непер. макс.}}}{U_{\text{осев}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $U_{\text{непер. макс.}}$ – максимальное значение напряжения проверяемого акселерометра при поперечном воздействии, мВ;

$U_{\text{осев}}$ – значение напряжения проверяемого акселерометра при осевом воздействии, мВ.

9.5.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если относительный коэффициент поперечного преобразования составляет не более 5 %.

9.6 Определение основной относительной погрешности при измерении виброускорения

9.6.1 Определение основной относительной погрешности акселерометра δ , %, при измерении виброускорения в рабочих диапазонах амплитуд и частот проводят по формуле

$$\delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_O^2 + \delta_{II}^2 + \delta_{KG}^2 + \delta_H^2 + \gamma_{\chi X}^2 + \delta_{AX}^2}, \quad (7)$$

где 1,1 – коэффициент, определяемый доверительной вероятностью 0,95;

δ_o – погрешность эталонного средства измерений на опорной частоте (из описания на установку вибрационную поверочную), %;

δ_{π} – погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола установки поверочной, %, определяемая по формуле

$$\delta_{\pi} = \frac{K_{\text{ПВС}} \cdot K_{\text{ВИП}}}{100}, \quad (8)$$

где $K_{\text{ПВС}}$ – коэффициент поперечного движения вибростола установки поверочной (из описания на установку), %;

$K_{\text{ВИП}}$ – относительный коэффициент поперечного преобразования поверяемого акселерометра по 9.5, %;

$\delta_{\text{КГ}}$ – погрешность, вызванная наличием высших гармонических составляющих в законе движения вибростола установки поверочной, %, определяемая по формуле

$$\delta_{\text{КГ}} = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{K_{\text{г.к.}}}{100} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где $K_{\text{г.к.}}$ – значение коэффициента гармоник в законе движения вибростола установки поверочной (из описания на установку), %;

$\delta_{\text{И}}$ – погрешность измерений выходного напряжения акселерометра (определяется классом точности применяемого регистратора и согласующего усилителя), %;

$\gamma_{\text{ЧХ}}$ – неравномерность частотной характеристики по 9.4, %;

$\delta_{\text{АХ}}$ – нелинейность амплитудной характеристики по 9.2, %.

Примечания:

1 При проведении периодической поверки значения относительного коэффициента поперечного преобразования $K_{\text{ВИП}}$, %, и нелинейности амплитудной характеристики $\delta_{\text{АХ}}$, %, определяются по паспортным данным.

2 Основная относительная погрешность измерения в частотном диапазоне с неравномерностью ЧХ ± 45 % не нормируется.

9.6.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если основная относительная погрешность при измерении вибровременения находится в пределах:

- ± 15 % для диапазона частот с неравномерностью ЧХ $\pm 12,5$ % в рабочих диапазонах амплитуд;

- ± 5 % для диапазона частот с неравномерностью ЧХ ± 4 % в диапазоне амплитуд:

- от минимального измеряемого ускорения до 300 м/с^2 включительно (для модификаций AP20XX-500-XX, AP20XX-1000-XX, AP20XX-5000-XX до верхнего значения диапазона измерений амплитуды ускорения);

- от минимального измеряемого ускорения до 1200 м/с^2 включительно для модификаций AP2018-XX, AP2037-XX-XX (кроме AP2037-500-XX), AP2043-XX-XX (для модификаций AP2043-50-XX, AP20XX-100-XX до верхнего значения диапазона измерений амплитуды ускорения).

10 Оформление результатов поверки

10.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

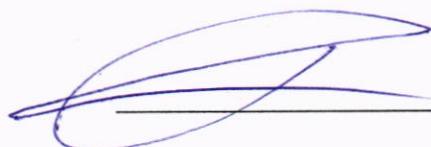
10.2 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке. Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Пломбирование акселерометров не предусмотрено.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

10.3 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Главный метролог
ООО «ГлобалТест»



Р.В. Ромадов

Ведущий инженер-исследователь
ЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



Д.В. Зверев

Приложение А
(справочное)
Конструктивные особенности акселерометров

Акселерометры выпускаются в нескольких модификациях. Каждая модификация может иметь несколько исполнений, отличающихся номинальным значением коэффициента преобразования, типом соединителя и способом крепления к объекту контроля. Материал корпуса – нержавеющая сталь или титановый сплав. Все модификации акселерометров могут быть выполнены в матовом или глянцевом исполнении корпуса.

Конструктивные особенности акселерометров приведены в таблице А.1.

Структура обозначения акселерометров (символы «Х» могут отсутствовать):

AP20	XX-	XX-	XX-	X	
				T - поддержка технологии опроса TEDS; N - нормированный коэффициент преобразования ±2 %	
				индекс исполнения	
				значение коэффициента преобразования, мВ/g (до четырех символов)	
				индекс модификации (до трех символов)	

Таблица А.1 – Конструктивные особенности акселерометров

Наименование модификации	Номинальное значение коэффициента преобразования, мВ/(м·с ⁻²)	Кол-во измерительных осей	Способ крепления	Наличие электрической изоляции	Тип соединителя
1	2	3	4	5	6
AP2006-5000	500	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2006-500	50	1	шпилька M5	да	кабельный вывод
AP2006-5000-01	500	1	шпилька M5	да	металлорукав
AP2006-500-01	50	1	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2006-5000-02	500	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2006-500-02	50	1	шпилька M5	да	металлорукав
AP2017	0,1	1	резьбовой хвостовик M5	нет	кабельный вывод
AP2018-0,5	0,05	1	резьбовой хвостовик M6	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2018-1	0,1	1	клееевой	нет	кабельный вывод
AP2018-2	0,2	1	резьбовой хвостовик M6	нет	кабельный вывод
AP2019	0,05	1	резьбовой хвостовик M5	нет	кабельный вывод
AP2022-2	0,2	3	резьбовой хвостовик M6	нет	кабельный вывод
AP2022-10	1	1	шпилька M6	нет	BNC
AP2028-10	1	1	шпилька M6	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2028-30	3	1	шпилька M6	нет	
AP2028-50	5	1	шпилька M6	нет	
AP2028-100	10	1	шпилька M6	нет	
AP2028-10-01	1	1	шпилька M6	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2028-30-01	3	1	шпилька M6	нет	
AP2028-50-01	5	1	шпилька M6	нет	
AP2028-100-01	10	1	шпилька M6	нет	

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
AP2028-10-02	1				
AP2028-30-02	3				
AP2028-50-02	5	1	шпилька M6	нет	кабельный вывод
AP2028-100-02	10				
AP2028B	3	1	шпилька M6	да	AR0701(5/8-24 UNF)
AP2028I	3	1	шпилька M6	да	Вилка PC4-TB
AP2029-10	1				
AP2029-100	10	1	клеевой	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2029-10-01	1				
AP2029-100-01	10	1	клеевой	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2030-3	0,3				
AP2030-10	1	1	клеевой	нет	кабельный вывод
AP2031-1	0,1				
AP2031-3	0,3				
AP2031-10	1	1	резьбовой хвостовик M5	нет	кабельный вывод
AP2034-3	0,3				
AP2034-10	1	1	шпилька M3	нет	AR0201 (M3)
AP2034-30	3				
AP2034-3-01	0,3				
AP2034-10-01	1	1	шпилька M3	нет	токовыводы
AP2034-30-01	3				
AP2034-3-02	0,3				
AP2034-10-02	1	1	шпилька M3	нет	AR0201 (M3)
AP2034-30-02	3				
AP2037-1	0,1				
AP2037-2	0,2				
AP2037-10	1				
AP2037-50	5	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2037-100	10				
AP2037-500	50				
AP2037-1-01	0,1				
AP2037-2-01	0,2				
AP2037-10-01	1				
AP2037-50-01	5	1	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2037-100-01	10				
AP2037-500-01	50				
AP2037-1-02	0,1				
AP2037-2-02	0,2				
AP2037-10-02	1				
AP2037-50-02	5	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2037-100-02	10				
AP2037-500-02	50				
AP2037-1-03	0,1				
AP2037-2-03	0,2				
AP2037-10-03	1				
AP2037-50-03	5	1	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2037-100-03	10				
AP2037-500-03	50				
AP2038-10	1				
AP2038-100	10				
AP2038-500	50	3	винт M5	нет	кабельный вывод
AP2038-1000	100				

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
AP2038P-10	1				
AP2038P-100	10	3	винт M5	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2038P-500	50				
AP2039-10	1				
AP2039-50	5	3	винт M5	да	AR1601 (1/4-28 UNF)
AP2039-100	10				
AP2043-10	1				
AP2043-30	3				
AP2043-50	5	3	шпилька M5	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2043-100	10				
AP2043-10-01	1				
AP2043-30-01	3				
AP2043-50-01	5	3	шпилька M5	нет	AR1601 (1/4-28 UNF)
AP2043-100-01	10				
AP2043-10-02	1				
AP2043-30-02	3				
AP2043-50-02	5	3	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2043-100-02	10				
AP2045-1	0,1				
AP2045-10	1	3	шпилька M5	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2045-100	10				
AP2045-1-01	0,1				
AP2045-10-01	1	3	шпилька M5	нет	AR1601 (1/4-28 UNF)
AP2045-100-01	10				
AP2045-1-02	0,1				
AP2045-10-02	1	3	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2045-100-02	10				
AP2046-1000	100	3	шпилька M5	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2046-1000-01	100	3	шпилька M5	нет	AR1601 (1/4-28 UNF)
AP2046-1000-02	100	3	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2049-10	1				
AP2049-30	3				
AP2049-50	5	3	винт M3	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2049-100	10				
AP2050-100	10				
AP2050-500	50	1	шпилька M5	нет	TNC
AP2050-1000	100				
AP2078-10	1				
AP2078-100	10	1	шпилька M5	да	кабельный вывод
AP2081-10	1				
AP2081-100	10	3	3 винта M3	нет	кабельный вывод
AP2082M-100	10				
AP2082M-500	50				
AP2082M-1000	100	3	шпилька M5	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2083	1	3	3 винта M3	нет	AR0901 (M6×0,5)
AP2098-30	3				
AP2098-100	10	1	шпилька M5	нет	BNC
AP2098-500	50				
AP2098-30-01	3				
AP2098-100-01	10	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2098-500-01	50				

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
AP2098-30-02	3				
AP2098-100-02	10	1	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2098-500-02	50				
AP2099-100	10				
AP2099-500	50	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2099-1000	100				
AP2099-100-01	10				
AP2099-500-01	50	1	шпилька M5	нет	AR03 (10-32 UNF)
AP2099-1000-01	100				
AP2099-100-02	10				
AP2099-500-02	50	1	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2099-1000-02	100				
AP2099-100-03	10				
AP2099-500-03	50	1	шпилька M5	нет	кабельный вывод
AP2099-1000-03	100				

Приложение Б
(справочное)

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 8.669-2009	ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихревоковыми преобразователями. Методика поверки
Приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения
Приказ Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений ускорения, скорости и силы при ударном движении
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)

Приложение В
(справочное)
Перечень принятых сокращений

ГПС – государственная поверочная схема

МП – методика поверки;

СИ – средство(а) измерений;

СКЗ – среднее квадратическое значение;

ЧХ – частотная характеристика;

ЭД – эксплуатационная документация.