

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.311769

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

«24 » 10 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АКСЕЛЕРОМЕТРЫ УДАРНЫЕ АР141Х

Методика поверки

МП А3009.0502-2023

г. Саров
2023 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..... | 5 |
| 7 | Внешний осмотр | 5 |
| 8 | Подготовка к поверке и опробование..... | 6 |
| 9 | Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям | 6 |
| 10 | Оформление результатов поверки | 9 |
| | Приложение А (справочное) Конструктивные особенности акселерометров.... | 10 |
| | Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП..... | 11 |
| | Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений | 12 |

1 Общие положения

Настоящая МП распространяется на акселерометры ударные AP141X.

Акселерометры ударные AP141X (далее по тексту – акселерометр) предназначены для измерений ударных ускорений.

Принцип действия акселерометра основан на генерации электрического сигнала, пропорционального действующему ускорению.

Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному эталону 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 косвенных измерений в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537.

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

МП не предусматривает проверку акселерометров в сокращённом объёме.

Конструктивные особенности акселерометров приведены в приложении А.

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

Перечень принятых сокращений приведён 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 10.4.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

| Наименование операции | Номер пункта МП | Обязательность проведения при поверке | |
|--|-----------------|---------------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | 7 | Да | Да |
| Подготовка к поверке и опробование | 8 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям | 9 | Да | Да |
| Проверка действительного значения коэффициента преобразования, диапазона измерений и нелинейности амплитудной характеристики | 9.1 | Да | Да |
| Проверка частоты установочного резонанса в осевом направлении | 9.2 | Да | Нет |
| Проверка относительного коэффициента поперечного преобразования | 9.3 | Да | Нет |

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 не более 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 другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и требуемую точность передачи единиц величин повреждаемому СИ.

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

| Наименование СИ | Требуемые характеристики | | Рекомендуемый тип | Кол-во | Пункт МП |
|--|-------------------------------------|-----------------------|--|--------|----------|
| | Диапазон измерений | Погрешность измерений | | | |
| Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГПС ¹⁾ | от 200 до 98000 м/с ² | ±6,0 % | K9525С (рег. № 45462-10) | 1 | 9.1, 9.3 |
| Мегомметр | от 500 до 10 ⁹ Ом, 100 В | ±10 % | E6-17 (рег. № 4952-75) | 1 | 8.2 |
| Усилитель измерительный | от 1 до 100000 Гц, 10 В | ±1 % | AP5110 ²⁾ (рег. № 57588-14) | 1 | 9.2 |
| Регистратор (осциллограф) | от 1 до 100000 Гц, 10 В | ±3 % | AP6200 ²⁾ (рег. № 78358-20) | 1 | 9.2 |
| Барометр-анероид контрольный | от 630 до 795 мм рт.ст | ± 1 мм рт.ст. | M-67 (рег. № 3744-73) | 1 | 8.1.2 |
| Прибор комбинированный | от 30 до 80 %, от 16 до 40 °C | ±3 %, ±0,5 °C | Testo 610 (53505-13) | 1 | 8.1.2 |
| Мультиметр цифровой | от 207 до 253 В, от 49,5 до 50,5 Гц | ±1 %, ±0,1 Гц | 34410А (рег. № 47717-11) | 1 | 8.1.2 |

¹⁾ - приказ Росстандарта от 12 ноября 2021 г. № 2537;

²⁾ - 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 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.2.1.1 Перед проведением измерений снимают статический разряд с проверяемого акселерометра путем короткого замыкания сигнального контакта (вывода) соединительного кабеля с корпусом соединителя.

Электрическое сопротивление изоляции измеряют между сигнальным контактом (выводом) соединительного кабеля с корпусом соединителя при испытательном напряжении 100 В.

8.2.1.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если электрическое сопротивление изоляции между сигнальными выводами составляет не менее 1000 МОм.

8.3 Проверка работоспособности

8.3.1 Проверку работоспособности проводят на ударной установке 2-го разряда. Акселерометр устанавливают на рабочую поверхность установки. Рабочая ось проверяемого акселерометра должна совпадать с осью воспроизведенного ударного ускорения.

Включают и прогревают СИ в соответствии с ЭД на них. Воспроизводят удар с ускорением не менее 200 м/с².

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

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Проверка действительного значения коэффициента преобразования, диапазона измерений и нелинейности амплитудной характеристики

9.1.1 Акселерометр устанавливают рабочую поверхность ударной установки 2-го разряда. Ось испытуемого акселерометра должна совпадать с осью воспроизведения ударного ускорения.

Задают ускорения амплитудой 200, 500, 1000, 5000, 10000, 20000, 50000, 75000, 98000 м/с².

При каждом значении ускорения определяют коэффициент преобразова-

ния акселерометра K_i , пКл/(м·с⁻²), по формуле

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

где U - величина выходного напряжения испытуемого канала, мВ;

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

K_{yc} - коэффициент усиления усилителя испытуемого акселерометра, мВ/пКл.

9.1.2 Действительное значение коэффициента преобразования акселерометра K , пКл/(м·с⁻²), определяют по формуле

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (2)$$

где K_i - коэффициент преобразования акселерометра при каждом значении ускорения по 9.1.2, пКл/(м·с⁻²);

n - количество измерений.

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

$$\delta_{AX} = \frac{K_i - K}{K} \cdot 100, \quad (3)$$

где K_i - коэффициент преобразования акселерометра при каждом значении ускорения, по 9.1.1, пКл/(м·с⁻²);

K - действительное значение коэффициента преобразования по 9.1.2, пКл/(м·с⁻²).

9.1.4 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если:

- отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального находится в пределах $\pm 20\%$
- нелинейность амплитудной характеристики находится в пределах $\pm 4\%$.

9.2 Проверка частоты установочного резонанса в осевом направлении

9.2.1 Проверку частоты установочного резонанса в осевом направлении проводят на устройстве, изготовленном в соответствии с 10.15.2 ГОСТ Р 8.669.

9.2.2 Акселерометр считают прошедшим проверку с положительным результатом, если частота установочного резонанса в осевом направлении составляет не менее:

- 70 кГц для AP1411-B;
- 145 кГц для AP1412-B;
- 80 кГц для AP1413-B;
- 75 кГц для AP1414-H, AP1414-B;
- 60 кГц для AP1415-B;
- 75 кГц для AP1416-B;
- 60 кГц для AP1417-B;
- 55 кГц для AP1418-B;
- 90 кГц для AP1419-B.

9.3 Проверка относительного коэффициента поперечного преобразования

9.3.1 Акселерометр устанавливают рабочую поверхность ударной установки 2-го разряда. Ось испытуемого акселерометра должна совпадать с осью воспроизведения ударного ускорения. Воспроизводят удар с ускорением не менее 200 м/с^2 . Контроль уровня ускорения проводят по эталонному каналу. Регистрируют показание отклика акселерометра U_o , мВ.

Затем акселерометр закрепляют таким образом, чтобы его ось чувствительности была перпендикулярна действию удара. Воспроизводят удар с тем же значением амплитуды ускорения. Снимают показания $U_{\text{нор}}$, мВ, при различных положениях акселерометра, соответствующих его повороту вокруг рабочей оси на $0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330^\circ$. Определяют максимальный положительный, $U_{\perp \text{макс}}^+$, мВ, и максимальный отрицательный, $U_{\perp \text{макс}}^-$, мВ, отклики акселерометра на воздействие ударных импульсов поперек его оси чувствительности.

Относительный коэффициент поперечного преобразования K_n , %, определяют по формуле

$$K_n = \frac{|U_{\perp \text{макс}}^+| + |U_{\perp \text{макс}}^-|}{2U_o} \cdot 100, \quad (4)$$

где $U_{\perp \text{макс}}^+$ - максимальное положительное значение напряжения при поперечном воздействии, мВ;

$U_{\perp \text{макс}}^-$ - максимальное отрицательное значение напряжения при поперечном воздействии, мВ;

U_o - значение напряжения при осевом воздействии, мВ.

Примечание – Допускается проверку относительного коэффициента поперечного преобразования проводить в вибрационном режиме в соответствии с 10.12 ГОСТ Р 8.669 при воздействии вибрационного ускорения не менее 200 м/с^2 .

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

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 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

Пломбирование акселерометров не предусмотрено.

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

10.4 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»

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



P.B. Ромадов



Д.В. Зверев

Приложение А
(справочное)
Конструктивные особенности акселерометров

Акселерометры имеют модификации AP1411-В, AP1412-В, AP1413-В, AP1414-Н, AP1414-В, AP1415-В, AP1416-В, AP1417-В, AP1418-В, AP1419-В.

Модификации акселерометров отличаются номинальным значением коэффициента преобразования, типом соединителя и способом крепления к объекту контроля. Материал корпуса – нержавеющая сталь или титановый сплав. Конструктивные особенности акселерометров приведены в таблице 1.

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

AP141 X- X
 буквенное обозначение вывода:
Н – разъем AR03 (10-32 UNF); **В** – встроенный кабель
 индекс модификации (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

Таблица А.1 – Конструктивные особенности акселерометров

| Наименование модификации | Номинальное значение коэффициента преобразования, пКл/(м·с ⁻²) | Количество измерительных осей | Способ крепления |
|--------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|
| AP1411-В | 0,0035 | 1 | резьбовой |
| AP1412-В | 0,0035 | 1 | хвостовик M5 |
| AP1413-В | 0,12 | 1 | клеевой |
| AP1414-Н, AP1414-В | 0,0075 | 1 | шпилька M5 |
| AP1415-В | 0,01 | 1 | резьбовой хвостовик M5 |
| AP1416-В | 0,075 | 1 | |
| AP1417-В | 0,03 | 3 | |
| AP1418-В | 0,2 | 3 | |
| AP1419-В | 0,025 | 1 | клеевой |

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 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;

ЭД – эксплуатационная документация.