ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА
(ВНИИМ)

МЕТОДИКА
ПОВЕРКИ УДАРНЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ В УСТАНОВКАХ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ
МИ 112—76

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва — 1977

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ)

Директор **Тарбеев Ю. В.**
Руководитель темы **Бабер И. С.**
Исполнители: **Глаговская М. Б., Бабер И. С., Ядов Ю. Я.**

ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ Лабораторией законодательной метрологии ВНИИМ

Руководитель лаборатории **Селиванов М. Н.**
Исполнитель **Педан М. С.**

УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИМ 28 июня 1976 г. (протокол № 3)

УДК 531.768.089.6

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ УДАРНЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ В УСТАНОВКАХ С ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

МИ 112—76

Настоящая методика распространяется на ударные акселерометры и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок в диапазоне от 10 до $2 \cdot 10^3$ м/с^2 по пиковому ударному ускорению при длительности фронта ударного ускорения от 1,0 до 50 мс.

Диапазон по длительности фронта указан для формы кривой ускорения, близкой к смещенной косинусоиде с коэффициентом наложенных колебаний, равным 1.

Методика не распространяется на ударные акселерометры с массой измерительного преобразователя более 50 г.

Примечание. К поверке допускаются пьезоэлектрические ударные акселерометры, не укомплектованные согласующим усилителем и регистрирующим устройством. В этом случае для поверки используются согласующий усилитель и регистрирующее устройство, входящие в комплект поверочной установки.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. Для проведения поверки ударных акселерометров должны выполнять операции и применять средства поверки, указанные в табл. 1.

1.2. Все работы со средствами поверки должны проводить в соответствии с инструкциями по эксплуатации на эти средства.

1.3. Все указанные в табл. 1 средства поверки должны иметь свидетельства о поверке.

1.4. В случае, если у поверяемого измерительного преобразователя в течение двух последних лет не поверяли относительный коэффициент влияния поперечного ускорения, поверка в ударном режиме дополняется измерением этого коэффициента, проводимым в соответствии с ГОСТ 15939—70.

©Издательство стандартов, 1977

Таблица 1

Операция	Номер пунктов настоящей методики	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
Внешний осмотр	3.1	—
Определение сопротивления изоляции и емкости преобразователя (для пьезоэлектрических измерительных преобразователей)	3.2	Мост для измерения емкостей с диапазоном измерений от 0,1 до 10^6 пФ и с погрешностью измерений не более ±0,25% по ГОСТ 9486—69, тераомметр с погрешностью не более ±10% по ГОСТ 8038—60
Определение сопротивлений обмоток (для индуктивных измерительных преобразователей)	3.2	Цифровой омметр с погрешностью не более 1% по ГОСТ 12931—67
Определение амплитудной и амплитудно-частотной характеристик согласующего усилителя (для пьезоэлектрических ударных акселерометров)	3.3	Электронный вольтметр с погрешностью не более 1,5% по ГОСТ 9781—67, низкочастотный измерительный генератор Г3-47 или другой с диапазоном частот от 1 до 10000 Гц; электронный осциллограф, по точности воспроизведения формы сигнала, точности измерений временных интервалов и амплитуд, относящийся к приборам класса III по ГОСТ 9810—69
Определение коэффициента преобразования ударного акселерометра в вибрационном режиме	3.4	Поверочные вибрационные установки по ГОСТ 15939—70 или установка типа ВКЭ-1
Определение коэффициента преобразования ударного акселерометра в ударном режиме	3.5	Поверочная установка 1-го разряда типа 93103 (нормативно-технические характеристики указаны в приложении 1)

2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1. При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

температура окружающего воздуха 20±5°С;
относительная влажность воздуха 65±15%;
атмосферное давление 100000±4000 Па (750±30 мм рт. ст.);
частота переменного тока сети питания 50±0,5 Гц;
коэффициент гармоник не более 5%;
отклонение напряжения питания от номинального значения не более ±2%.

2.2. Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

проверить выполнение требований, предусмотренных инструкциями по технике безопасности;

подготовить к работе поверяемый акселерометр и средства поверки.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие ударных акселерометров следующим требованиям:

а) акселерометр, представленный к поверке, должен быть укомплектован технической документацией (техническим описанием, паспортом или формуляром, инструкцией по эксплуатации и свидетельством о предыдущей поверке);

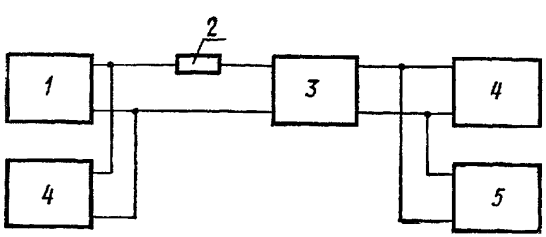
б) измерительный преобразователь, кабель к нему и согласующий усилитель не должны иметь видимых механических повреждений;

в) на измерительном преобразователе и согласующем усилителе должна быть нанесена маркировка согласно технической документации.

3.2. Определение сопротивления изоляции и емкости поверяемого пьезоэлектрического измерительного преобразователя или сопротивления обмоток для индуктивных измерительных преобразователей.

3.2.1. Сопротивление изоляции и емкость поверяемого пьезоэлектрического измерительного преобразователя определяют по ГОСТ 8.049—73. Рабочее напряжение тераомметра не должно превышать 100 В.

3.2.2. Сопротивление обмоток индуктивных измерительных преобразователей определяют на постоянном токе. При этом мощность, выделяемая на измерительном преобразователе, не должна превышать 5 Вт.



Определение амплитудной и амплитудно-частотной характеристики согласующего усилителя:
1—низкочастотный измерительный генератор; *2*—конденсатор; *3*—поверяемый согласующий усилитель; *4*—электронный вольтметр; *5*—осциллограф

3.2.3. Значения сопротивления изоляции и емкости для пьезоэлектрических измерительных преобразователей и сопротивления обмоток для индуктивных измерительных преобразователей должны соответствовать требованиям технической документации на поверяемый измерительный преобразователь.

3.3. Определение амплитудной и амплитудно-частотной характеристик согласующего усилителя пьезоэлектрических ударных акселерометров

3.3.1. Амплитудную и амплитудно-частотную характеристики (АЧХ) согласующих усилителей определяют по ГОСТ 8.049—73.

При этом номинал конденсатора *2* на рисунке выбирают равным суммарной емкости поверяемого измерительного преобразователя и входа согласующего усилителя с погрешностью ±20%.

Нижнюю границу диапазона частот при определении АЧХ находят по формуле

$$f_{н}=\frac{0{,}05}{\tau_{ф}},$$

где $\tau_{ф}$ — максимальная длительность фронта при поверке, с.

По согласованию с органами Госстандарта СССР допускается определять амплитудную и амплитудно-частотную характеристики согласующих усилителей другими методами.

3.3.2. По результатам измерений определяют значения коэффициентов преобразования согласующего усилителя ($K_{СУ}$), среднее значение коэффициента преобразования согласующего усилителя ($K_{ср}$) и наибольшее отклонение $K_{СУ}$ от $K_{ср}$ в соответствии с ГОСТ 8.049—73.

3.3.3. Наибольшее отклонение $K_{СУ}$ от $K_{ср}$ не должно превышать 5%.

3.4. Определение коэффициента преобразования ударного акселерометра в вибрационном режиме

3.4.1. Коэффициент преобразования ударного акселерометра определяют с целью выявления нелинейных свойств поверяемого акселерометра путем сопоставления значений коэффициентов преобразования, полученных в вибрационном и ударном режимах.

3.4.2. Коэффициент преобразования в вибрационном режиме находят на вибрационной установке при постоянной частоте колебаний, выбираемой в диапазоне 5—1000 Гц для трех—пяти значений ускорения. Значения ускорения выбирают вблизи верхнего предела возможностей установки (не ниже 10—20 м/с^2). При каждом значении ускорения следует выходной сигнал измерять не менее трех раз.

3.4.3. По полученным результатам в соответствии с ГОСТ 8.049—73 определяют средний коэффициент преобразования $S_{в}$ поверяемого акселерометра, а также относительное среднее квадратическое отклонение $\sigma_{в}$, характеризующее сходимость результатов измерений.

3.4.4. Значение относительного среднего квадратического отклонения коэффициента преобразования $\sigma_{в}$ не должно превышать 3%

3.5. Определение коэффициента преобразования ударного акселерометра в ударном режиме

3.5.1. Коэффициент преобразования ударного акселерометра в ударном режиме определяют на установке типа 93103. Работают

на установке в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Значения режимов, воспроизводимых на поверочной установке, приведены в приложении 1.

3.5.2. Коэффициент преобразования ударного акселерометра определяют не менее чем в пяти режимах.

Режимы поверки выбирают по табл. 2 в пределах возможностей поверочной установки как можно ближе к границам диапазонов измерения поверяемого акселерометра по пиковому ударному ускорению и длительности фронта.

Таблица 2

Пиковое ускорение	Длительность фронта		
	τ_{min}	$\tau_н$	τ_{max}
a_{max}	+	—	—
$a_н$	+	+	+
a_{min}	—	—	+

В таблице a_{max} и a_{min} — соответственно максимальное и минимальное значения пикового ускорения; τ_{max} и τ_{min} — соответственно максимальное и минимальное значения длительностей фронта; знак «+» означает обязательность проведения измерения; $a_{max} \geqslant a_н \geqslant a_{min}$; $\tau_{max} \geqslant \tau_н \geqslant \tau_{min}$.

3.5.3. Число измерений при каждом режиме должно быть не менее трех.

3.5.4. Коэффициент преобразования ударного акселерометра для каждого режима вычисляют по формуле

$$S_{ui} = \frac{U_i}{a_{ni}},$$

где S_{ui} — коэффициент преобразования (по напряжению) поверяемого ударного акселерометра, мВ·с²/м; U_i — пиковое значение выходного сигнала поверяемого акселерометра, мВ; a_{ni} — расчетное значение пикового ускорения, воспроизводимое установкой 93103 (определяется согласно инструкции по эксплуатации).

В случае поверки пьезоэлектрического измерительного преобразователя коэффициент преобразования вычисляют отдельно по следующей формуле:

$$S_{qi} = \frac{U_i C_Σ}{a_{ni}} \cdot \frac{1}{K_{СУ}},$$

где S_{qi} — коэффициент преобразования по заряду поверяемого измерительного преобразователя пКл·с²/м; $K_{СУ}$ — коэффициент преобразования согласующего усилителя, входящего в комплект поверочной установки;

$$C_Σ = C_{ип} + C_К + C_{СУ},$$

где $C_{ип}$ — емкость пьезоэлектрического измерительного преобразователя, пФ; $C_К$ — емкость кабеля, фактически использованного

при поверке, пФ; $C_{СУ}$ — входная емкость согласующего усилителя, входящего в комплект поверочной установки, пФ.

3.5.5. Из результатов измерений при одной и той же длительности фронта находят среднее арифметическое значение коэффициента преобразования ($\overline{S_\tau}$) и определяют относительное среднее квадратическое отклонение ($\sigma_{a\tau}$) в процентах коэффициента преобразования S_i, характеризующее сходимость результатов измерений

$$\sigma_{a\tau} = \frac{1}{\overline{S_\tau}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(S_i - \overline{S_\tau})^2}{n-1}} \cdot 100\%,$$

где $\overline{S_\tau} = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{n}$ — среднее значение коэффициента преобразования при длительности фронта τ_Φ; n — число измерений при одной длительности фронта; S_i — коэффициент преобразования ударного акселерометра по напряжению S_{ui} или заряду S_{qi}.

3.5.6. Относительное среднее квадратическое отклонение коэффициента преобразования для одного и того же значения длительности фронта $\sigma_{a\tau}$ не должно превышать 5%.

3.5.7. Наибольшее расхождение (α_{max}) в процентах между средними значениями коэффициентов преобразования, определенными в вибрационном и ударном режимах, вычисляют по формуле

$$\alpha_{max} = \frac{\overline{S_\tau} - \overline{S_в}}{\overline{S_\tau}} \cdot 100\%,$$

где $\overline{S_\tau}$ — значение одного из средних коэффициентов преобразования, определенных в ударном режиме, наиболее отличающееся от коэффициента преобразования, определенного в вибрационном режиме (α_{max} не должно превышать 20%).

3.5.8. Значение коэффициента A, характеризующего динамические свойства акселерометра, вычисляют по формуле

$$A = \frac{\overline{S_м}}{\overline{S_б}},$$

где $\overline{S_м}$ — значение коэффициента преобразования при наименьшей длительности фронта; $\overline{S_б}$ — значение коэффициента преобразования при наибольшей длительности фронта.

Значения коэффициента A должны лежать в пределах 0,9—1,1.

3.5.9. Результаты измерений, полученные при поверке, заносят в протокол (приложение 2).

4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

4.1. При первичной поверке ударных акселерометров результаты поверки заносят в паспорт; при периодической поверке выдают свидетельство о поверке установленной формы.

На оборотной стороне свидетельства записывают параметры по форме приложения 3. При поверке измерительного преобразователя отдельно от согласующего усилителя на оборотной стороне свидетельства указывают, что при использовании измерительного преобразователя необходимо применять усилитель, имеющий свидетельство о поверке.

4.2. Ударные акселерометры, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к применению не допускают. В документе на акселерометр ставят отметку о непригодности с указанием неисправности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

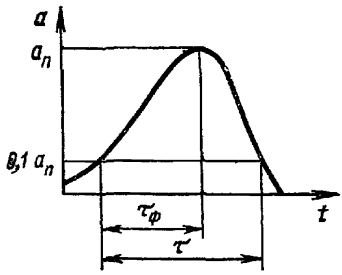
НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УДАРНОЙ УСТАНОВКИ 1-го РАЗРЯДА ТИПА 93103

Установка типа 93103 представляет собой механическую систему с двумя степенями свободы с параметрическим возбуждением и имеет следующие технические характеристики:

пиковое значение воспроизводимого ударного ускорения от 10 до $2 \cdot 10^3$ м/с^2;

длительность фронта от 1 до 50 мс;

форма кривой ударного ускорения представлена на рисунке ($\tau_\Phi \geqslant 0{,}6\tau$).



Форма кривой ударного ускорения, воспроизводимого ударной установкой

Длительность фронта τ_Φ и длительность действия ударного ускорения τ определяют на уровне 0,1 $a_п$; коэффициент наложенных колебаний $K_{нк}=1$; погрешность градуировки характеризуется средним квадратическим отклонением, равным 10%.

Допускается амплитуда обратной полуволны, превышающая амплитуду первой полуволны в 2—2,5 раза.

Значения режимов, воспроизводимых на поверочной установке, приведены в таблице.

Пиковое ударное ускорение, м/с²	Длительность фронта $\tau_ф$, мс			
	1,0	1,5	10	50
10	—	—	+	+
50	—	+	+	—
100	+	+	+	—
300	+	+	—	—
1000	+	—	—	—
2000	+	—	—	—

Знак «+» означает обязательность проведения измерения

Допускается воспроизведение ударных ускорений, отличающихся от указанных в таблице в пределах ±25%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки ударного акселерометра

Дата поверки _____, тип акселерометра _____

Заводской № _____, год выпуска _____

Тип согласующего усилителя _____, заводской № _____, год выпуска _____.

1. Внешний осмотр _____
(годен негоден)

2. Сопротивление изоляции пьезоэлектрического измерительного преобразователя _____ МОм

3 Сопротивления обмоток индуктивного измерительного преобразователя _____

4. Емкость пьезоэлектрического измерительного преобразователя _____ пФ
(с кабелем, без кабеля)

5 Емкость входа согласующего усилителя _____ пФ

6 Амплитудная и амплитудно частотная характеристики согласующего усилителя пьезоэлектрического акселерометра _____

Частота входного сигнала, Гц	Амплитуда входного сигнала, мВ	Амплитуда выходного сигнала, мВ

Среднее значение коэффициента преобразования согласующего усилителя поверяемого акселерометра $K_{ср}$ ————————.

Наибольшее отклонение коэффициента преобразования согласующего усилителя от среднего значения ————————

7. Коэффициент преобразования ударного акселерометра в вибрационном режиме.

Пиковое значение ускорения, воспроизводимого виброустановкой, м/с²	Частота колебаний, воспроизводимых виброустановкой, Гц	Пиковое значение выходного сигнала, мВ

Коэффициент преобразования согласующего усилителя, входящего в комплект поверочной установки $K_{СУ}$ ————————.

Емкость кабеля фактически использованного при поверке $C_к$ ————пФ.

Входная емкость согласующего усилителя, входящего в комплект поверочной установки $C_{СУ}$————пФ.

Среднее значение коэффициента преобразования ударного акселерометра $\overline{S_в}$ ————мВ·с²/м.

Относительное среднее квадратическое отклонение коэффициента преобразования $\sigma_в$ ————%.

8 Значения пикового ударного ускорения, длительности фронта, коэффициента преобразования ударного акселерометра и среднего квадратического отклонения коэффициента преобразования в ударном режиме

Пиковое ударное ускорение a_i, м/с²	Длительность фронта $\tau_ф$, мс	Коэффициент преобразования S_i, мВ·с²/м	Среднее квадратическое отклонение $\sigma_{a\tau}$, %

9. Максимальное расхождение коэффициентов преобразования в вибрационном и ударном режимах a_{max} ————%.

10. Значение коэффициента A, характеризующего динамические свойства

11. Срок очередной поверки не позднее————————

ФОРМА ТАБЛИЦЫ

при заполнении оборотной стороны свидетельства о повер

1. При поверке ударных акселерометров

Пиковое ускорение a, м/с²	Среднее значение коэффициента преобразов длительности фронта $\tau_ф$, мс			

Емкость входа согласующего усилителя $C =$ _____ пФ.

2. При поверке пьезоэлектрического измерительного преобразователя отдельно.

Пиковое ускорение a, м/с²	Среднее значение коэффициента преобразования $\overline{S}$, пКл·с²/м, при длительности фронта $\tau_ф$, мс			

Методика

поверки ударных акселерометров в установках с параметрическим возбуждением

МИ 112—76

Редактор *Н. А. Еськова*
Технический редактор *Л. Б. Семенова*
Корректор *В. М. Смирнова*

Т—11320 Сдано в наб. 27.01.77 Подп. в печ. 25.05.77 0,75 п. л. 0,62 уч.-изд. л.
Тираж 2000 Изд. № 5007/4 Цена 3 коп.

gost.e-ecolog.ru

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 165