

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА  
ИЗМЕРЕНИЙ**

**ВИБРОМЕТРЫ С ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ  
И ИНДУКЦИОННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МИ 1873—88**

25 коп. ЕИ-1—89/6

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО УПРАВЛЕНИЮ  
КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И СТАНДАРТАМ**

**Москва**

**1990**

## РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения  
единства измеренийВИБРОМЕТРЫ С ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ  
И ИНДУКЦИОННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИМИ  
1873—88

Методика поверки

ОКСИУ 0008

Настоящие методические указания (МИ) распространяются на виброметры с пьезоэлектрическими и индукционными измерительными преобразователями (далее - виброметры), а также на пьезоэлектрические и индукционные измерительные преобразователи (ВИП) и устанавливают методику их первичной и периодической поверок.

Состав виброметра: пьезоэлектрический или индукционный ВИП, измерительный прибор.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки виброметров должны быть выполнены операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в табл. 1, при проведении поверки ВИП должны быть выполнены операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в табл. 2

Индукционные ВИП поверяют только в комплексе с измерительным прибором виброметра

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МИ	Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
Внешний осмотр	4.1	—	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	4.2	Термометр по ГОСТ 3370—79	Да	Нет
Опробование	4.4	Образцовая виброиспытательная установка в соответствии с ГОСТ 8.138—84	Да	Да

Продолжение табл. 1

Наименование операции	Номер пункта МИ	Наименование средств проверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
Определение * основной погрешности виброметра (в рабочем диапазоне амплитуд и частот)	4.5.1	Образцовая вибрационная установка, коэффициент гармоник по ускорению не более 5%, относительный коэффициент поперечного движения не более 15%	Да	Да
Проверка встроенных фильтров	4.5.2	Низкочастотный измерительный генератор, электронный вольтметр переменного тока, класс точности не менее 1 (см. приложение 3)	Да	Да
Определение ** неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) измерительного прибора виброметра	4.5.3	Низкочастотный измерительный генератор, электронный вольтметр переменного тока, класс точности не менее 1 (см. приложение 3)	Да	Да

\* При значениях виброускорения более  $1 \cdot 10^3$  м/с<sup>2</sup> допускается определять основную погрешность измерительного прибора виброметра в рабочем диапазоне амплитуд электрическими методами.

\*\* Выполняют при ползучей поверке виброметра для определения основной погрешности в рабочем диапазоне частот по п. 4.3.1.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта МИ	Наименование средств проверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
Внешний осмотр	4.1	—	Да	Да
Проверка * электрического сопротивления изоляции	4.3	Термометр по ГОСТ 23706—79	Да	Да
Опробование	4.4	Образцовая вибрационная установка в соответствии с ГОСТ 8138—81	Да	Да

Продолжение табл. 2

Наименование операции	Номер пункта МИ	Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
Проверка * электрической емкости	4.5.4	Измерительный мост переменного тока по ГОСТ 9486—79	Да	Нет
Проверка ** внутреннего сопротивления	4.5.5	Омметр по ГОСТ 23706—79	Да	Да
Определение действительного значения коэффициента преобразования	4.5.6	Образцовая виброизмерительная установка в соответствии с ГОСТ 8138—81, электронный вольтметр, класс точности не менее 1 (см. приложение 3)	Да	Да
Определение относительного коэффициента поперечного преобразования	4.5.7	То же	Да	Нет
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	4.5.8	»	Да	Да
Определение нелинейности амплитудной характеристики (АХ)	4.5.9	»	Да	Нет
Определение частоты установившегося резонанса пьезоэлектрических ВИП	4.5.10	То же и осциллограф двухлучевой, диапазон частот до 200 кГц	Да	Нет ***
Определение частоты поперечного резонанса	4.5.11	—	Да	Нет

\* Проверяют только для пьезоэлектрических ВИП.

\*\* Проверяют только для индукционных ВИП.

\*\*\* При периодической поверке допускается выполнение операций только по п. 4.5.8 или по п. 4.5.10 (в зависимости от наличия средств поверки).

1.2. Образцовые виброустановки, применяемые при поверке, должны иметь действующее свидетельство о государственной поверке (аттестации).

Примечание. При наличии разрешения органов Госстандарта СССР образцовые виброустановки могут быть аттестованы (поверены) головной ведомственной метрологической службой.

1.3. Электрическое сопротивление изоляции определяют только для виброметров с питанием от сети переменного тока.

1.4. Относительный коэффициент поперечного преобразования для виброметров с индукционным ВПП и электрической обратной связью не определяют.

1.5. Допускается поверять пьезоэлектрические ВПП вместе с согласующим усилителем (СУ) или вольтметром. В этом случае свидетельство о поверке выдается на комплект «ВПП-СУ» или «ВПП-вольтметр».

## 2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление;

поверители должны пользоваться средствами индивидуальной защиты от шума (наушники), которые снижают уровень шума не менее чем на 20 дБ (ГОСТ 12.1.003—83);

для проведения поверочных работ при необходимости должно быть выделено специальное помещение со звукоизоляцией, которая снижает уровень шума до допустимых пределов.

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °C	$20 \pm 5$
относительная влажность, %	$60 \pm 20$
атмосферное давление, кПа	$101 \pm 4$
отклонение напряжения питания от номинального значения, указанного в эксплуатационной документации (ЭД) на виброметр конкретного типа, %, не более	$\pm 10$
частота переменного тока сети питания, Гц	$50 \pm 0,5$
уровень звукового давления, дБ, не более	60

3.2. Подготовка к поверке образцовых, поверяемых и вспомогательных средств, а также крепление поверяемых ВПП к вибровозбудителю образцовой виброустановки должны соответствовать требованиям ЭД на них.

## ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие виброметров и ВПП следующим требованиям:

отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и соединений;

наличие контрольных пломб, соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в НТД или ЭД;

контактирующая поверхность ВИП должна быть очищенной от внешних загрязнений, не иметь царапин;

- соединения не должны иметь видимых дефектов.

В случае несоответствия виброметра или ВИП хотя бы одному из вышеуказанных требований их признают непригодными к применению, поверку не проводят и выдают извещение о непригодности с указанием причин.

#### 4.2. Проверка электрического сопротивления изоляции виброметра

При проверке электрического сопротивления изоляции виброметра между контактами кабеля сетевого питания и корпусом виброметра подключают тераомметр и измеряют сопротивление.

Соппротивление изоляции должно быть не менее предельно допустимого значения, указанного в ЭД.

#### 4.3 Проверка электрического сопротивления изоляции ВИП

Перед проверкой снимают статический заряд с ВИП путем короткого замыкания сигнального контакта соединительного кабеля с корпусом.

ВИП с кабелем подключают ко входу тераомметра и измеряют электрическое сопротивление изоляции. Повторяют операцию снятия статического заряда с ВИП.

Если электрическое сопротивление изоляции ВИП меньше значения, указанного в ЭД, то ВИП считают неисправным и поверка прекращается.

#### 4.4. Опробование

При опробовании поверяемого виброметра или ВИП необходимо провести следующие операции:

4.4.1. Метод 1. Устанавливают ВИП на образцовую виброустановку при помощи переходника или без него;

подключают ВИП соединительным кабелем ко входу измерительного прибора;

включают и прогревают приборы;

подают напряжение от генератора через усилитель мощности на виброустановку;

плавно увеличивают напряжение генератора до тех пор, пока сигнал на выходе ВИП не превысит уровень помех на 20 дБ, что служит критерием исправности виброметра и ВИП.

4.4.2. Метод 2 (допускаемый). Устанавливают стрелочный указатель измерительного прибора виброметра на нулевую или начальную отметку шкалы при выключенном питании виброметра.

после включения питания и прогрева в течение двух-трех минут постукивать по преобразователю и убедиться в том, что это вызывает отклонение стрелки измерительного прибора.

Требования к конструкции переходника для крепления ВВП к образцовой виброустановке приведены в приложении 1.

#### 4.5. Определение метрологических характеристик

##### 4.5.1. Определение основной погрешности виброметра

Основную погрешность виброметра определяют:

- 1) в рабочем диапазоне амплитуд;
- 2) в рабочем диапазоне частот.

4.5.1.1. Основную погрешность виброметра в рабочем диапазоне амплитуд определяют на фиксированной частоте в диапазоне 10—1000 Гц не менее чем при пяти значениях амплитуд, равномерно распределенных по амплитудному диапазону, одно из которых должно быть минимальным, другое — максимально допустимым. Для многодиапазонных виброметров должно быть не менее одной точки в каждом диапазоне.

ВВП поверяемого виброметра устанавливают на вибровозбудитель образцовой виброустановки так, чтобы ось чувствительности ВВП совпадала с направлением колебаний и подсоединяют его ко входу измерительного прибора виброметра.

Устанавливают значение частоты, виброперемещения, виброскорости и виброускорения (в зависимости от того, какой параметр вибрации измеряют) и отсчитывают показания виброметра.

Для виброустановок, воспроизводящих один из параметров, градуировку (в случае необходимости) по другим параметрам проводят косвенным путем.

По результатам каждого измерения определяют основную погрешность виброметра ( $\delta_a$ ) в процентах по формуле

$$\delta_a = \frac{v_n - v_d}{v_d} \cdot 100, \quad (1)$$

Если для виброметра нормируют основную приведенную погрешность ( $\delta_{aN}$ ), то ее определяют в процентах по формуле

$$\delta_{aN} = \frac{v_n - v_t}{v_N} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $v_d$  — значение параметра вибрации, воспроизводимое образцовой виброустановкой;

$v_n$  — соответствующее показание виброметра;

$v_t$  — нормированное значение шкалы виброметра для каждого диапазона, для которого определяют основную погрешность.

Если поверяемый виброметр отградуирован в децибелах, то его основную погрешность ( $\delta_a'$ ) определяют по формуле

$$\delta_a' = v_n' - v_a'.$$

Числовое значение  $v_a$  должно выражать амплитудное, среднее квадратическое или среднее значение измеряемой величины (виброперемещения, виброскорости или виброускорения) в зависимости от градуировки шкалы измерительного прибора виброметра.

Если виброметр имеет цифровой отсчет, то его выходной электрический сигнал должен соответствовать требованиям нормативно-технической документации.

Если поверяемый виброметр измеряет среднее квадратическое, амплитудное или среднее значение параметров вибрации (виброперемещение, виброскорость и виброускорение), то основную погрешность определяют для каждого параметра вибрации.

Если в комплект виброметра входит несколько ВПП и в виброметре не предусмотрена индивидуальная регулировка коэффициента передачи (результат измерения определяют при помощи поправочного коэффициента), то значение основной погрешности определяют в процентах по формуле

$$\delta_a = \frac{K_1 v_n - v_a}{v_a} \cdot 100 \quad (3)$$

или в децибелах

$$\delta_a' = K_1' + v_n' - v_a', \quad (1)$$

где  $K_1$ ,  $K_1'$  — поправочные коэффициенты:

$$K_1 = \frac{v_{n0}}{v_n}, \quad K_1' = v_{n0}' - v_n',$$

где  $v_{n0}$ ,  $v_{n0}'$  — значение показаний виброметра для ВПП, по которому проведена регулировка канала измерения,

$v_n$ ,  $v_n'$  — показания виброметра для прочих ВПП.

При этом допускается определять основную погрешность при измерении каждого параметра вибрации и каждого из значений (среднее квадратическое, амплитудное или среднее) параметров вибрации только с одним ВПП. С остальными ВПП, входящими в комплект, определяют основную погрешность по п. 4.5.1.1 только при измерении одного из значений виброперемещения, виброскорости и виброускорения. При этом переключатель пределов измеряемых параметров вибрации может стоять в любом положении.

\* Здесь и далее значения величин, выраженные в децибелах, отмечены знаком «'».



4.5.1.2. Основную погрешность виброметра в рабочем диапазоне частот определяют при близких к постоянным значениям виброперемещения, виброскорости и виброускорения, воспроизводимых образцовой виброустановкой (в зависимости от того, какую физическую величину измеряют виброметром) не менее чем при 10 значениях частоты, находящихся в пределах рабочего диапазона частот виброметра или в непрерывном спектре частот.

При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона, два — в конце диапазона (обязательно наличие нижней и верхней граничной частоты). При периодической поверке значения частот следует выбирать из ряда: 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,1; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 31; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000; 5000; 6300; 8000; 10 000; 12 500; 16 000; 20 000 Гц с интервалом не более октавы. Допускается отклонение частот от значений указанного ряда при сохранении интервала между соседними частотами не более октавы.

На частотах выше 20 Гц значение амплитуды виброускорения должно быть не менее 8 м/с<sup>2</sup>.

На частотах ниже 20 Гц допускается определять основную погрешность виброметра при меньших значениях виброускорения или косвенным методом при соотношении значения сигнал/шум не менее значений, указанных в нормативно-технической документации.

При первичной поверке обязательно наличие значений вышеуказанного ряда частот, лежащих в рабочем диапазоне частот виброметра.

ВВП поверяемого виброметра устанавливают на вибровозбудитель и подсоединяют его выход ко входу измерительного прибора виброметра (встроенные фильтры, если есть возможность, отключают). Воспроизводят указанные значения частот и амплитуд параметров вибрации и снимают показания виброметра.

Основную погрешность виброметра в рабочем диапазоне частот ( $\delta_f$ ) в процентах определяют по формуле (при постоянно значениях воспроизводимой амплитуды вибрации)

$$\delta_f = \frac{v_n - v_s}{v_s} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $v_n$  — максимальное и минимальное показания виброметра;

$v_s$  — показание виброметра на фиксированной частоте, на которой определяли основную погрешность в диапазоне амплитуд, п. 4.5.1.1.

Если поверяемый виброметр отградуирован в децибелах, то основную погрешность ( $\delta_f'$ ) определяют по формуле

$$\delta_f' = v_n' - v_s'. \quad (6)$$

Если значение амплитуды воспроизводимого параметра вибрации изменяется в зависимости от частоты, то основную погрешность виброметра в диапазоне частот ( $\delta_f$ ) в процентах определяют по формуле

$$\delta_f = \frac{K_f v_n - v_z}{v_z} \cdot 100 \quad (7)$$

или в децибелах

$$\delta_f' = K_f' + v_n' - v_z', \quad (8)$$

где

$$K_f = \frac{a_0}{a_n}; \quad K_f' = a_0' - a_n';$$

$a_0$ ,  $a_n$  — значение виброускорения (виброперемещения, виброскорости), воспроизводимое на базовой частоте и частоте измерения из вышеуказанного ряда.

Если виброметром измеряют среднее квадратическое, амплитудное или среднее значение параметров вибрации, то основную погрешность определяют для каждого параметра.

Если виброметр укомплектован несколькими ВИП, то операции по определению основной погрешности виброметра в рабочем диапазоне частот проводят для каждого ВИП.

#### 4.5.2. Проверка встроенных фильтров

Проверку встроенных фильтров проводят для виброметров с октавными, третьоктавными и полосовыми фильтрами.

При проверке октавных и третьоктавных фильтров определяют затухание на средней номинальной частоте и амплитудно-частотную характеристику фильтра в соответствии с требованиями ГОСТ 17168—82.

У полосовых фильтров проверяют затухание АЧХ в области верхних и нижних частот среза в соответствии с требованиями ЭД.

При определении характеристик фильтров у виброметров, измеряющих виброперемещение, виброскорость и виброускорение, переключатель рода измеряемого параметра устанавливают в положение измерения ускорения.

Если при помощи виброметра определяют среднее квадратическое, амплитудное и среднее значение (или два из них), то встроенные фильтры проверяют при измерении одного из этих значений.

Характеристики встроенных октавных и третьоктавных фильтров должны соответствовать ГОСТ 17168—82, а полосовых — требованиям ЭД.

Примечание Встроенные фильтры могут быть поверены метрологической службой (МС) предприятия-владельца прибора. Тогда, в случае наличия свидетельства о поверке, проверку встроенных фильтров при периодической поверке не проводят.

#### 4.5.3. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики измерительного прибора виброметра

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) измерительного прибора виброметра (ИПВ) определяют не менее чем при 10 значениях частоты, находящихся в пределах рабочего диапазона частот виброметра или в непрерывном спектре частот. При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона, два в конце диапазона (обязательно наличие верхней и нижней граничных частот). Значения частот выбирают из ряда, указанного в п. 4.5.1.2.

При определении АЧХ ИПВ на его вход подают сигнал от низкочастотного измерительного генератора через разделительный конденсатор, емкость которого равна электрической емкости ВПП с электрическим кабелем, с сопротивлением изоляции не менее  $1 \cdot 10^{10}$  Ом. Значение амплитуды напряжения, подаваемого на вход ИПВ, должно соответствовать значениям виброперемещения, виброскорости и виброускорения, задаваемым при определении основной погрешности виброметра на базовой частоте.

Изменяя частоту от нижнего граничного значения рабочего диапазона до верхнего при постоянной амплитуде задаваемого напряжения снимают показания ИПВ. Неравномерность АЧХ ИПВ ( $\gamma_{\text{ипв}}$ ) в процентах определяют по формуле

$$\gamma_{\text{ипв}} = \frac{\Delta v_{\text{max}}}{v_b} \cdot 100, \quad (9)$$

где  $\Delta v_{\text{max}}$  — максимальное отклонение показаний ИПВ от значения, полученного на базовой частоте.

Если ИПВ отградуирован в децибелах, то неравномерность АЧХ определяют по формуле

$$\gamma'_{\text{ипв}} = v'_{\text{max}} - v'_b, \quad (10)$$

где  $v'_{\text{max}}$  — показание ИПВ, соответствующее максимальному отклонению от показания, полученного на базовой частоте, дБ;  $v'_b$  — показания ИПВ на базовой частоте, дБ.

При наличии различных значений (среднее квадратическое, амплитудное и среднее значения) параметров вибраций измеряемых величин и различных параметров вибрации (виброперемещение, виброскорость, виброускорение) неравномерность АЧХ ИПВ определяют только для одного из значений каждого параметра вибрации.

Если виброметр укомплектован вибропреобразователями нескольких типов, то неравномерность АЧХ ИПВ определяют с эквивалентными емкостями, соответствующими ВПП каждого типа.

Неравномерность АЧХ ИПВ не должна превышать значения, регламентированного в ЭД.

#### 4.5.4. Определение электрической емкости пьезоэлектрического ВПП

ВПП с соединительным кабелем подключают ко входу низкочастотного измерительного моста переменного тока. Измеряют электрическую емкость ВПП с кабелем. Затем таким же образом определяют емкость соединительного кабеля, предварительно отсоединив его от ВПП. Емкость ВПП есть разность между первым и вторым измерениями.

Если ВПП имеет неразъемный кабель, то электрическую емкость кабеля не определяют.

Значение электрической емкости ВПП должно соответствовать указанному в ЭД.

#### 4.5.5. Проверка внутреннего сопротивления индукционного ВПП

К контактам разъема, соединенным с сигнальной катушкой индукционного ВПП, подключают омметр и измеряют внутреннее сопротивление сигнальной катушки.

Если сигнальная катушка имеет внутреннее сопротивление меньше значения, указанного в ЭД, то ВПП считают неисправным и проверку прекращают.

#### 4.5.6. Определение действительного значения коэффициента преобразования ВПП

Проверяемый ВПП устанавливают на вибровозбудитель опорной виброустановки, соединяют выход ВПП со входом электронного вольтметра (для пьезоэлектрических ВПП) или электронного вольтметра может быть присоединен через СУ).

Требования к электронному вольтметру приведены в приложении 3.

Воспроизводят виброускорение с амплитудой не менее 1 м на фиксированной (базовой) частоте в диапазоне 20—1000 Гц для пьезоэлектрических ВПП и значение виброскорости не менее 6,28 мм/с на фиксированной частоте в диапазоне 50—200 Гц для индукционных ВПП и снимают показания вольтметра.

Действительное значение коэффициента преобразования  $K_{дв}$  (для пьезоэлектрических и индукционных соответственно) определяют по формуле

$$K_{дв} = \frac{U_6}{\gamma_{СУ} a_1} \text{ и } K_{дв} = \frac{U_6}{v_2}, \quad (11)$$

где  $K_{дв}$ ,  $K_{дв}^*$  — действительное значение коэффициента преобразования по ускорению, мВ/м/с<sup>2</sup> (мВ/м/с<sup>2</sup>), и по скорости, мВ/мм/с<sup>2</sup> (мВ/мм/с<sup>2</sup>), соответственно,

$U_6$  — показания электронного вольтметра на базовой частоте, мВ;

- $a_d$  — действительное значение виброускорения, воспроизводимое образцовой виброустановкой,  $\text{м/с}^2$ ;
- $v_d$  — действительное значение виброскорости,  $\text{мм/с}$  ( $\text{м/с}$ );
- $\gamma_{\text{СУ}}$  — коэффициент передачи СУ (при отсутствии СУ,  $\gamma_{\text{СУ}} = 1$ ).

Если коэффициент преобразования пьезоэлектрического ВИП должен быть выражен в единицах заряда, то его действительное значение  $K_{\text{да}}$  вычисляют по формуле

$$K_{\text{да}} = 10^{-3} \cdot \frac{U_0 \cdot C}{a_d}, \quad (12)$$

где  $C$  — емкость пьезоэлектрического ВИП с кабелем, определенная в п. 4.5.1, пФ.

Если коэффициент преобразования пьезоэлектрического ВИП превышает  $100 \text{ мВ/мс}^{-2}$  ( $\text{пКл/мс}^{-2}$ ), допускается определять его при ускорениях не менее  $4 \text{ мс}^{-2}$ , для ВИП с коэффициентом  $1000 \text{ мВ/мс}^{-2}$  ( $\text{пКл/мс}^{-2}$ ) — при ускорениях не менее  $1 \text{ мс}^{-2}$ , а для ВИП с коэффициентом  $0,01 \text{ мВ/мс}^{-2}$  ( $\text{пКл/мс}^{-2}$ ) — при ускорениях выше  $100 \text{ мс}^{-2}$  на базовой частоте более  $1000 \text{ Гц}$ .

Действительное значение коэффициента преобразования ВИП должно соответствовать значению, указанному в ЭД.

#### 4.5.7. Определение относительного коэффициента поперечного преобразования ВИП

Относительный коэффициент поперечного преобразования ВИП определяют на фиксированной частоте в диапазоне  $10$ — $1000 \text{ Гц}$ . Значения виброускорения для пьезоэлектрических ВИП и виброскорости для индукционных ВИП не должны превышать предельно допустимых значений для ВИП в поперечном направлении и должны быть выбраны так, чтобы отношение «сигнал/шум» на выходе ВИП было не менее  $14 \text{ дБ}$ .

Испытуемый ВИП устанавливают на вибровозбудитель образцовой виброустановки при помощи специального переходника так, чтобы ось чувствительности ВИП была перпендикулярна к направлению колебаний, и подсоединяют ВИП к входу вольтметра непосредственно или через СУ. Переходник должен обеспечивать поворот ВИП относительно его оси чувствительности на  $360^\circ$  через  $30^\circ$  (в обоснованных случаях —  $45^\circ$ ).

Требования к переходнику приведены в приложении 1.

Воспроизводят виброускорение или виброскорость (для индукционного ВИП) и снимают показания электронного вольтметра при положениях ВИП, соответствующих его повороту вокруг оси чувствительности на  $30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330^\circ$ . Результаты измерений записывают в протокол (см приложение 2) и, при необходимости, строят диаграмму.

Относительный коэффициент поперечного преобразования ( $K_{оп}$ ) в процентах определяют по формуле

$$K_{оп а} = \frac{U_{max}}{\gamma_{cy} \cdot a_d \cdot K_{д а}} \cdot 100 \quad (13)$$

или

$$K_{оп в} = \frac{U_{max}}{v_d \cdot K_{д в}} \cdot 100,$$

где  $U_{max}$  — показание электронного вольтметра (максимальное значение), мВ.

Максимальное значение относительного коэффициента поперечного преобразования ВП не должно превышать значения, указанного в ЭД.

**4.5.8. Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики ВП**

Неравномерность АЧХ ВП определяют на фиксированных частотах (не менее 10 частот) или в непрерывном спектре во всем рабочем диапазоне при значении виброскорости не менее 3 мм/с или виброускорения — не менее 8 м/с<sup>2</sup>. Предпочтительными являются значения виброскорости и виброускорения, при которых определялись  $K_{д а}$  и  $K_{д в}$  по п. 4.5.6. Значения частот выбирают из ряда, приведенного в п. 4.5.1.2, начиная с 10 Гц. При этом по два значения должны быть в начале и в конце частотного диапазона (обязательно наличие верхней и нижней граничной частоты).

Проверяемый ВП устанавливают на вибровозбудитель образцовой виброустановки и подключают к электронному вольтметру непосредственно или через согласующий усилитель.

Воспроизводят постоянную амплитуду виброускорения или виброскорости на различных частотах и снимают показания вольтметра

Неравномерность АЧХ ВП ( $\gamma$ ) в процентах определяют по формуле

$$\gamma = \frac{|U_n - U_l|_{max}}{U_d} \cdot 100, \quad (14)$$

где  $U_n$  — максимальное или минимальное показание электронного вольтметра, мВ.

Значение неравномерности АЧХ ВП должно соответствовать указанному в ЭД

**4.5.9. Определение нелинейности амплитудной характеристики ВП**

Нелинейность амплитудной характеристики ВП определяют на одной из частот рабочего диапазона не менее чем при пяти значениях виброускорения или виброскорости, одно из которых

должно равняться максимально допустимому значению для ВИП, а другое — значению виброускорения или виброскорости, при котором определяли действительное значение коэффициента преобразования ВИП.

Поверяемый ВИП устанавливают на вибровозбудитель образцовой виброустановки, подключают к электронному вольтметру непосредственно или через СУ. Воспроизводят значение частоты и виброускорения или виброскорости, снимают показания вольтметра.

Нелинейность амплитудной характеристики ( $\delta_a$ ) в процентах определяют по формуле

$$\delta_a = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100, \quad (15)$$

где  $K_i$  — коэффициент преобразования при  $i$ -том значении виброускорения или виброскорости, мВ/мс<sup>-2</sup> (нКл/мс<sup>-2</sup>), мВ/ммс<sup>-1</sup> (мВ/мс<sup>-1</sup>);

$K_{cp}$  — среднее значение коэффициента преобразования и

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n},$$

где  $n$  — число измерений.

Значение максимальной нелинейности  $\Delta X$  ВИП не должно превышать значения, указанного в ЭД.

#### 4.5.10. Определение частоты установочного резонанса пьезоэлектрических ВИП

Для определения частоты установочного резонанса ВИП применяют пьезоэлектрические или электродинамические вибровозбудители.

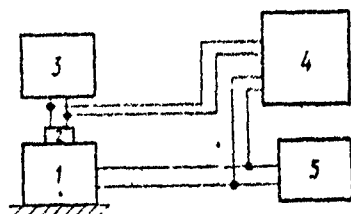
Крепление ВИП к вибровозбудителю должно осуществляться в соответствии с требованиями ИТД на ВИП. В отдельных случаях допускается применять переходник, не вносящий резонанс в диапазоне исследуемых частот. Резонансная частота системы «вибровозбудитель — образцовый ВИП» должна быть не менее чем в 1,2 раза больше резонансной частоты проверяемого ВИП.

ВИП устанавливают на вибровозбудитель образцовой виброустановки, подсоединяют его к входу вольтметра. Сигнал с ВИП подают также на вертикальные пластины двухлучевого осциллографа, на горизонтальные пластины которого подают сигнал с генератора частоты.

Схема соединения средств проверки приведена на чертеже

Изменяя частоту колебаний вибровозбудителя при постоянном значении виброускорения, отмечают значение частоты, при котором показание электронного вольтметра максимально, а на экране осциллографа наблюдают изменение фазы сигнала с по-

вериемого ВПП на  $90^\circ$  по сравнению с сигналом задающего генератора.



1 — вибровозбудитель, 2 — го-  
переменный ВПП, 3 — вольт-  
метр, 4 — генератор частоты, 5 —  
генератор частоты

Значение частоты установочного резонанса ВПП не должно отличаться от указанного в ЭД на ВПП.

#### 4.5.11. Определение частоты поперечного резонанса ВПП

Частоту поперечного резонанса ВПП определяют методом, изложенным в п. 4.5.10, при этом ВПП должен быть закреплен на вибровозбудителе (можно при помощи переходника) так, чтобы ось чувствительности ВПП была перпендикулярна к направлению колебаний, а направление максимальной поперечной чувствительности совпадало с направлением колебаний.

Значение частоты поперечного резонанса ВПП не должно отличаться от указанного в ЭД на ВПП.

### 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 5.1. Расчет погрешности ВПП

Расчет погрешности ВПП ( $\Delta_{\text{вип}}$ ) проводят при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\Delta_{\text{вип}} = 1,1 \sqrt{\delta_0^2 + \Delta_{\text{д}}^2 + \gamma^2 + \delta_{\text{а}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2}, \quad (10)$$

где  $\delta_0$  — погрешность образцового средства измерения;

$\Delta_{\text{д}}$  — погрешность, вызванная наличием поперечного движения вибростола образцовой виброустановки и  $\Delta_{\text{а}}$  —  $K_{\text{ра}} \cdot K_{\text{оп}}$ ,

где  $K_{\text{ра}}$  — коэффициент, характеризующий погрешность движения вибровозбудителя;

$K_{\text{оп}}$  — относительный коэффициент поперечного преобразования ВПП;

$\Delta_{\text{н}}$  — погрешность измерительного прибора (вольтметра).



Если определяют частоту установочного резонанса  $f_{уст}$  по п. 4.5.10, то неравномерность АЧХ ВИП  $\gamma$  в диапазоне частот при периодической поверке вычисляют в процентах по формуле

$$\gamma = \left[ \frac{1}{1 - \left( \frac{f_{max}}{f_{уст}} \right)^2} - 1 \right] \cdot 100, \quad (17)$$

где  $f_{max}$  — верхняя граничная частота.

Предел погрешности ВИП не должен превышать значений, указанных в ЭД, и предела допускаемой погрешности, указанной в ГОСТ 8138—84.

## 5.2. Расчет погрешности виброметра

Расчет погрешности виброметра ( $\Delta_{вб}$ ) проводят при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\Delta_{вб} = 1,1 \sqrt{\delta_0^2 + \Delta^2 + \nu_1^2}, \quad (18)$$

где  $\Delta$  — основная погрешность виброметра в рабочих диапазонах амплитуд и частот ( $\Delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$ );

$\nu_1$  — нестабильность виброметра за время работы и  $\nu_1 = 0,5 \Delta$ .

При поэлементной поверке виброметра погрешности рассчитывают по формуле

$$\Delta_{вб} = 1,1 \sqrt{\Delta_{вип}^2 + \Delta_{инп}^2 + \nu_2^2}, \quad (19)$$

где  $\nu_2$  — нестабильность измерительного прибора виброметра за время работы и  $\nu_2 = 0,5 \Delta_{инп}$ .

Предел погрешности виброметра не должен превышать значений, указанных в ЭД, и предела допускаемой погрешности, указанного в ГОСТ 8138—84.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. На виброметры и ВИП, признанные годными, выдается свидетельство о поверке по форме, установленной Госстандартом СССР. На обратной стороне свидетельства записывают результаты поверки по форме, приведенной в приложениях 4,5.

6.2. Виброметры и ВИП, не удовлетворяющие требованиям действующих методических указаний, к выпуску и применению не допускаются, на них выдается свидетельство о непригодности с указанием причин.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Обязательное

## 1. Требования к конструкции переходника

1.1. Конструкцией переходника должно быть обеспечено такое крепление поверяемого ВВП к вибровозбудителю образцовой виброустановки, которое будет использоваться при работе ВВП на объекте. Крепление переходника к вибровозбудителю должно обеспечиваться при помощи резьбового соединения.

Примечание. В технически обоснованных случаях для крепления ВВП к вибровозбудителю или переходнику, кроме резьбового крепления, при помощи шпильки допускается применять жесткие клеевые соединения (например, циакрин).

1.2. Конструкцией переходника должно быть обеспечено соосное расположение поверяемого и образцового ВВП при проверке методом сличения.

1.3. Допускаемое отклонение направления оси чувствительности ВВП (образцового и поверяемого) от направления колебаний вибровозбудителя не должно превышать  $0,5^\circ$ .

1.4. Резьбовые крепления ВВП и переходника должны быть выполнены по отношению к посадочным плоскостям под углом  $(90 \pm 0,5)^\circ$ .

1.5. Параметр шероховатости  $R_a$  контактирующих поверхностей переходника — не более  $0,16 \text{ мкм}$ .

1.6. Отклонение от плоскостности контактирующих поверхностей переходника и ВВП не должно быть более  $0,01$ .

1.7. Конструкцией переходника должно быть обеспечено минимальное расстояние между образцовым и поверяемым ВВП во избежание возникновения в этом промежутке резонансных явлений.

1.8. Масса переходника с установленным на нем поверяемым и образцовым ВВП не должна превышать массы, обусловленной грузоподъемностью вибровозбудителя образцовой виброустановки в заданном диапазоне частот.

2. Дополнительные требования к конструкции переходника для определения относительного коэффициента поперечного преобразования ВВП.

2.1. Требования по пп 1.4—1.8 настоящего приложения.

2.2. Переходник должен обеспечивать крепление поверяемого ВВП к вибровозбудителю так, чтобы ось чувствительности ВВП располагалась относительно направления колебаний вибровозбудителя под углом  $(90 \pm 0,5)^\circ$ .

2.3. Переходник должен обеспечивать поворот поверяемого ВВП вокруг его оси чувствительности на  $360^\circ$  через  $30^\circ$ .

ФОРМА

протокола определения относительного коэффициента  
поперечного преобразования ВИП

ПРОТОКОЛ

определения относительного коэффициента поперечного преобразования  
виброизмерительного преобразователя

№ \_\_\_\_\_ типа \_\_\_\_\_ на образцовой виброустановке

№ \_\_\_\_\_ типа \_\_\_\_\_

1. Воспроизводимое виброускорение  $a_d$ .
2. Действительное значение коэффициента преобразования  $K_d$ .
- 3.

Угол поворота ^	0°	30°	60°	...	...	360°
Выходное напря- жение, В						

4. Относительный коэффициент поперечного преобразования не более.....

ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОННОМУ ВОЛЬТМЕТРУ,  
ПРИМЕНЯЕМОМУ ДЛЯ ПОВЕРКИ ВИП

1. Входное сопротивление (на базовой частоте ВИП) должно быть не менее 20 Мом.
2. Входная емкость должна быть не более 20 пФ.
3. Нижний предел измеряемых напряжений должен быть не более 1 мВ.
4. Погрешность не должна превышать погрешности электронного вольтметра класса точности 1.
5. Вольтметр должен иметь выход по переменному напряжению от звукового усилителя.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

*Рекомендуемое*

**ФОРМА**

записи на обратной стороне свидетельства о поверке виброметра

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

1. Максимальное значение основной погрешности виброметра в рабочем диапазоне частот и амплитуд
  - по виброускорению, %, не более . . . . .
  - по виброскорости, %, не более . . . . .
  - по виброперемещению, %, не более . . . . .
2. Погрешность виброметра по виброускорению в диапазоне частот . . . Гц не более . . . %, по виброскорости в диапазоне частот . . . Гц не более . . . %, по виброперемещению в диапазоне частот . . . . . Гц не более . . . %.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

*Рекомендуемое*

**ФОРМА**

записи на обратной стороне свидетельства о поверке ВВП

**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

1. Действительное значение коэффициента преобразования на базовой частоте . . . Гц:  $K_1$  . . . . .
2. Неравномерность АЧХ . . . . .
3. Нелинейность \* АХ . . . . .
4. Погрешность ВВП в диапазоне частот . . . Гц, в диапазоне амплитуд . . . м/с<sup>2</sup>, мм/с не более . . . % при доверительной вероятности 0,95.

\* Определяют только при первичной поверке.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

*Справочное*

**ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Рабочий диапазон — области значений измеряемого параметра вибрации, для которой нормированы допускаемые погрешности.

Базовая частота — частота, на которой коэффициент преобразования ВВП определяется с максимальной точностью.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНЫ Научно-производственным объединением «Всероссийский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева» (НПО «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»).

### РАЗРАБОТЧИКИ,

В. Я. Смирнов, канд. техн. наук (руководитель темы);  
З. М. Лейкум

2. УТВЕРЖДЕНЫ НПО «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»  
31.03.88.

3. Зарегистрированы ВНИИМС 21.06.88

4. ВЗАМЕН ГОСТ 8.245—77 и ГОСТ 8.246—77

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение ИТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 8138—84	1.1, табл. 1 и 2, 51; 52
ГОСТ 121003—83	21
ГОСТ 9186—79	1.1, табл. 2
ГОСТ 17168—82	452
ГОСТ 23706—79	1.1, табл. 1, 2