ГОСТ ИСО 5347—1—96

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ВИБРАЦИЯ

КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ И УДАРА

Часть 1. ПЕРВИЧНАЯ ВИБРАЦИОННАЯ КАЛИБРОВКА МЕТОДАМИ ЛАЗЕРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Издание официальное

БЗ 2—95/73

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 9—96 от 12 апреля 1996 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Республика Белоруссия	Белстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикский государственный центр по стандартизации, метрологии и сертификации
Туркменистан	Главгосинспекция Туркменистана
Украина	Госстандарт Украины

3 Настоящий стандарт представляет собой полный аутентичный текст международного стандарта ИСО 5347—1—87 «Вибрация. Калибровка датчиков вибрации и удара. Часть 1. Первичная вибрационная калибровка методами лазерной интерферометрии»

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 17 марта 1997 г. № 98 межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 5347—1—96 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 июля 1997 г.

© ИПК Издательство стандартов, 1997

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Аппаратура 2
4 Окружающие условия 4
5 Предпочтительные значения амплитуд и частот 4
6 Метод 1 (метод счета интерференционных полос) для диапазона частот 20—800 Гц 4
7 Метод 2 (метод минимумов) для диапазона частот 800—5000 Гц 7
Приложение А Расчет неопределенности 10
Приложение Б Формулы для расчета ускорения 13

Введение

Настоящий стандарт распространяется на линейные акселерометрические датчики, главным образом пьезоэлектрического типа (далее — акселерометры), и устанавливает методы первичной калибровки акселерометров с помощью лазерной интерферометрии и технические характеристики используемой при этом аппаратуры.

Курсивом выделены примечания, позволяющие использовать стандарт в расширенных амплитудном и частотном диапазонах.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Вибрация

КАЛИБРОВКА ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ И УДАРА

Часть 1. Первичная вибрационная калибровка методами лазерной интерферометрии

Vibration. Calibration of vibration and shock pick-ups. Part 1. Primary vibration calibration by laser interferometry

Дата введения 1997—07—01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт устанавливает методы калибровки акселерометров, а в случае их использования в областях, попадающих в сферу государственного метрологического контроля и надзора, — методы поверки в диапазоне частот 20—5000 Гц и диапазоне амплитуд ускорения 10—1000 м/с^2 (в зависимости от частоты).

Допускаемая погрешность калибровки:

±0,5 % на опорной частоте (160 или 80 Гц), опорной амплитуде (100 или 10 м/с^2) и опорной настройке усилителя;

±1 % для частот до 1000 Гц включительно;

±2 % для частот свыше 1000 Гц.

Примечание — *Методы калибровки и технические характеристики применяемой аппаратуры, устанавливаемые стандартом, могут быть использованы в диапазонах частот и амплитуд ускорения, выходящих за рамки указанных. При этом погрешность калибровки, рассчитываемая по формулам, приведенным в приложении А, может иметь другие, нежели указанные, числовые значения.*

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использована ссылка на

МИ 2060—90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне $1 \cdot 10^{-6}$ — 50 м и длин волн в диапазоне 0,2 — 50 мкм.

Издание официальное

3 АППАРАТУРА

3.1 Аппаратуру следует использовать при окружающих условиях, соответствующих требованиям, указанным в разделе 4.

3.2 Генератор частоты и индикатор, имеющие следующие характеристики:

- допускаемую погрешность по частоте — ±0,01 % показания;
- нестабильность частоты — не менее ±0,01 % показания за время измерения;
- нестабильность амплитуды — не менее ±0,01 % показания за время измерения.

3.3 Комплекс, состоящий из усилителя мощности и вибратора, имеющий следующие характеристики:

- суммарный коэффициент нелинейных искажений — не более 2 %;
- поперечное ускорение, ускорение от изгиба акселерометра и ускорение от качания акселерометра должны быть, по возможности, минимальными и не превышать (в сумме) 10 % значения ускорения в основном направлении (в частотном диапазоне свыше 1000 Гц допускается 20 %);
- шум — не менее чем на 70 дБ ниже выходного сигнала;
- нестабильность амплитуды ускорения — не более 0,05 % показания за время измерения.

Поверхность, к которой крепят акселерометр, не должна вызывать его деформации.

3.4 Сейсмический блок вибратора и лазерного интерферометра (единый блок) должен иметь массу, по крайней мере, в 2000 раз больше суммарной массы движущегося элемента вибратора, крепления и акселерометра.

Сейсмический блок должен быть вывешен на слабодемпфированных пружинах, если вибрация пола оказывает заметное влияние на работу интерферометра или акселерометра; резонансная частота сейсмического блока с пружинами в вертикальном и горизонтальном направлениях должна находиться в пределах 1—2 Гц.

Примечание — *Допускаются другие соотношения между массами, если приняты специальные меры, помимо указанных, направленные на демпфирование блока вибратора и лазерного интерферометра.*

3.5 Лазер гелий-неонового типа; в лабораторных условиях (давление воздуха 100 кПа, температура 23 °С и относительная влажность 50 %); длина волны 0,6328 мкм.

Если лазер имеет устройство ручной или автоматической атмосферной компенсации, оно может быть выключено.

Примечание — *Одночастотный стабилизированный лазер должен быть калиброван по длине волны в соответствии с МИ 2060.*

3.6 Интерферометр типа Майкельсона с фотодетектором для детектирования интерференционной картины; частотный диапазон 0—15 МГц.

Примечание — *Допускается применение модифицированного интерферометра Майкельсона, а также интерферометров с другими интерференционными схемами, в частности использующими трехгранные уголковые отражатели.*

3.7 Счетчиковая аппаратура (метод 1, частотный диапазон 20—800 Гц), имеющая следующие характеристики:

- диапазон частот — 10 Гц — 20 МГц;
- допускаемая погрешность — ±0,01 % показания.

Наряду со счетчиком импульсов может быть использован счетчик отношения с аналогичной погрешностью.

3.8 Перестраиваемый полосовой фильтр или спектроанализатор (метод 2, частотный диапазон 1000—5000 Гц), имеющие следующие характеристики:

- диапазон частот — 100—10000 Гц;
- ширина полосы — менее 12 % центральной частоты;
- наклон — не менее 24 дБ на октаву;
- отношение сигнал/шум — не менее чем на 70 дБ ниже максимального сигнала;
- динамический диапазон — не менее 60 дБ.

3.9 Аппаратура для детектирования нуля (метод 2 — в случае, если не используется спектроанализатор); диапазон частот 30—5000 Гц. Диапазон частот должен быть достаточным для детектирования шума выходного сигнала полосового фильтра.

3.10 Аппаратура для измерения истинного среднего квадратического значения выходного сигнала акселерометра, имеющая следующие характеристики:

- диапазон частот — 20—5000 Гц;
- допускаемая погрешность — ±0,01 % показания; при частотах ниже 40 Гц — 0,1 % показания.

Для получения значения амплитуды напряжения его среднее квадратическое значение должно быть умножено на $\sqrt{2}$.

3.11 Аппаратура для измерения нелинейных искажений в диапазоне 0—5 %, имеющая следующие характеристики:

- диапазон частот — 5 Гц — 10 кГц;
- допускаемая погрешность — ±10 % показания.

3.12 Осциллограф (является необязательным) для контроля формы кривой сигнала акселерометра, имеющий диапазон частот 5—5000 Гц.

3.13 Другие требования

Для достижения погрешности калибровки 0,5 % акселерометр и усилитель акселерометра следует рассматривать как одно целое и калибровать совместно.

Конструкция акселерометра должна быть жесткой. Порог чувствительности акселерометра к механическим напряжениям корпуса должен быть менее $0{,}2 \cdot 10^{-8}$ м/с^2; поперечная чувствительность акселерометра должна быть не более 1 %; нестабильность чувствительности акселерометра совместно с усилителем должна быть не более 0,2 % показания в течение года.

4 ОКРУЖАЮЩИЕ УСЛОВИЯ

Калибровку следует проводить при окружающих условиях:
- температура воздуха — (23±3) °С;
- атмосферное давление — (100±5) кПа;
- относительная влажность воздуха — (50±25) %.

5 ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ АМПЛИТУД И ЧАСТОТ

Шесть значений амплитуд ускорения и шесть значений частоты должны быть выбраны из следующих рядов:

Ускорение (только для метода 1):

10 — 20 — 50 — 100 — 250 — 500 м/с^2.

Опорное ускорение — 100 м/с^2 (или 10 м/с^2).

Частота:

20 — 40 — 80 — 160 — 315 — 630 — 1250 — 2500 — 5000 Гц.

Опорная частота — 160 Гц (или 80 Гц).

6 МЕТОД 1 (МЕТОД СЧЕТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПОЛОС) ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 20—800 Гц

6.1 Процедура

После надлежащей настройки интерференционного устройства определяют опорный коэффициент преобразования на предпочти-

тельной частоте 160 Гц (или 80 Гц), при предпочтительном ускорении 100 м/с^2 (или 10 м/с^2) и стандартном положении переключателя диапазонов усилителя путем измерения частоты полос с помощью счетчика полос (3.7) [используют метод счета интерференционных полос в соответствии с рисунком 1] либо путем измерения отношения частот вибрации и интерференционных полос с помощью счетчика отношения (3.7). Затем определяют коэффициент преобразования при других значениях ускорений и частот. Результаты должны быть выражены как отклонение в процентах от опорного коэффициента преобразования.

Для каждой пары ускорения и частоты должны быть измерены нелинейные искажения, поперечное ускорение, ускорения от изгиба и от качания акселерометра, шум, значения которых должны быть в пределах, указанных в 3.3.

6.2 Представление результатов (см. также Б.1 приложения Б)

По результатам измерения частоты интерференционных полос вычисляют амплитуду a ускорения акселерометра, м/с^2, по формуле

$$a = 3{,}1228 \cdot 10^{-6} \cdot f \cdot f_f$$

и коэффициент преобразования S по формуле

$$S = 0{,}3202 \cdot 10^{6} \cdot \frac{V}{f^2 \cdot f_f},$$

где V — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

f — частота вибратора, Гц;

f_f — число периодов (интерференционных полос) за период времени, намного больший периода вибрации, — число периодов, деленное на время, т.е. частота полос, Гц.

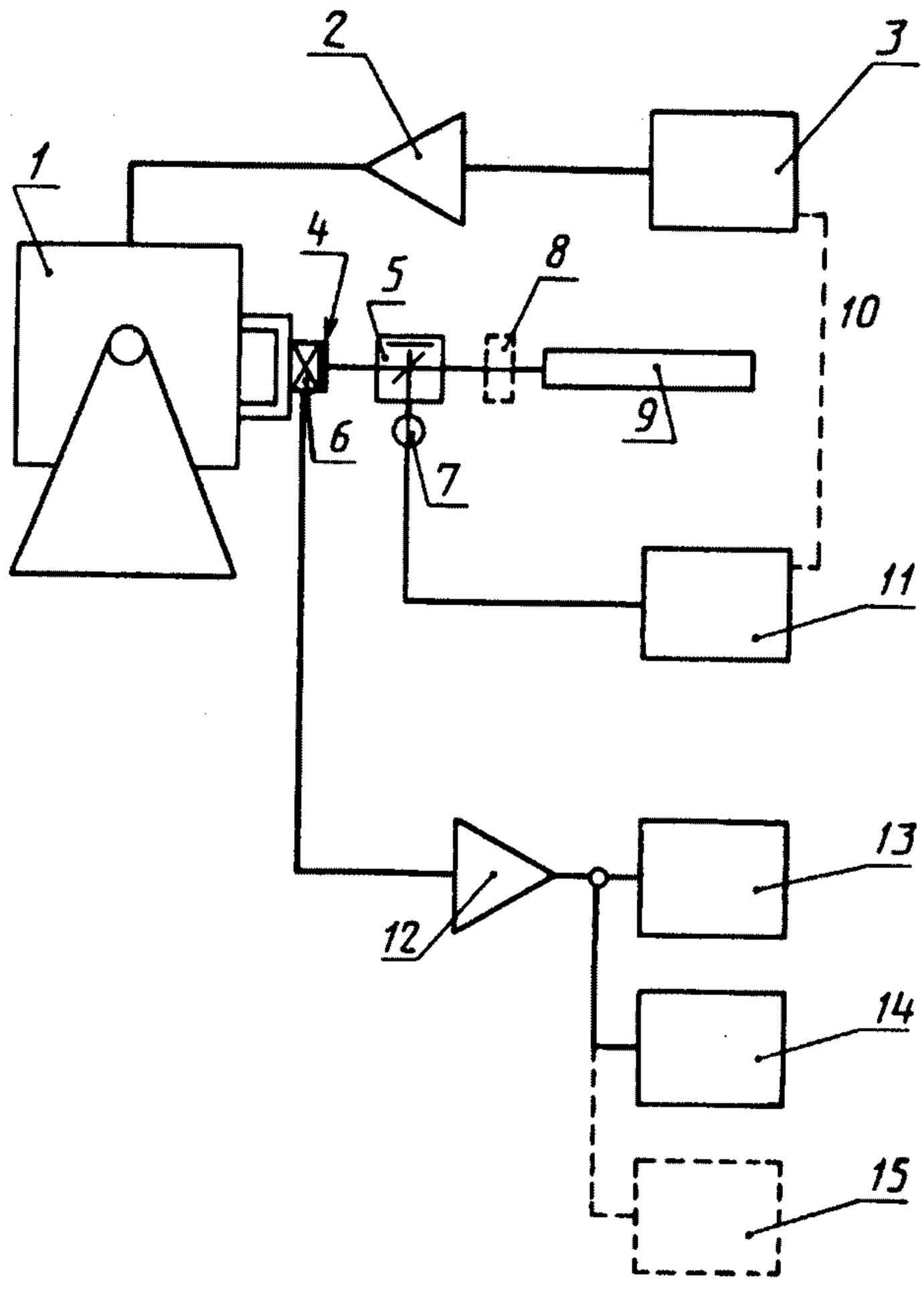
Если используют счетчик отношения, амплитуду ускорения a, м/с^2, вычисляют по формуле

$$a = 3{,}1228 \cdot 10^{-6} \cdot f^2 \cdot R_f,$$

а коэффициент преобразования S — по формуле

$$S = 0{,}3202 \cdot 10^{6} \cdot \frac{V}{f^2 \cdot R_f},$$

где R_f — отношение частоты полос к частоте вибрации, измеренное за период времени, по крайней мере в 100 раз больший, чем период вибрации.



1 — вибратор; *2* — усилитель мощности; *3* — генератор частоты и индикатор; *4* — плоское зеркало; *5* — интерферометр; *6* — акселерометр; *7* — фотодетектор; *8* — оптический фильтр; *9* — лазер; *10* — только для счета отношения; *11* — счетчик (или счетчик отношения); *12* — усилитель; *13* — вольтметр; *14* — измеритель нелинейных искажений; *15* — осциллограф

Рисунок 1 — Измерительная система для метода счета интерференционных полос (метод 1)

Значение коэффициента преобразования следует сопровождать указанием погрешности калибровки и доверительным уровнем, которые вычисляют в соответствии с приложением А.

Должен быть использован доверительный уровень 99 % (или 95 %).

7 МЕТОД 2 (МЕТОД МИНИМУМОВ) ДЛЯ ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ 800—5000 Гц

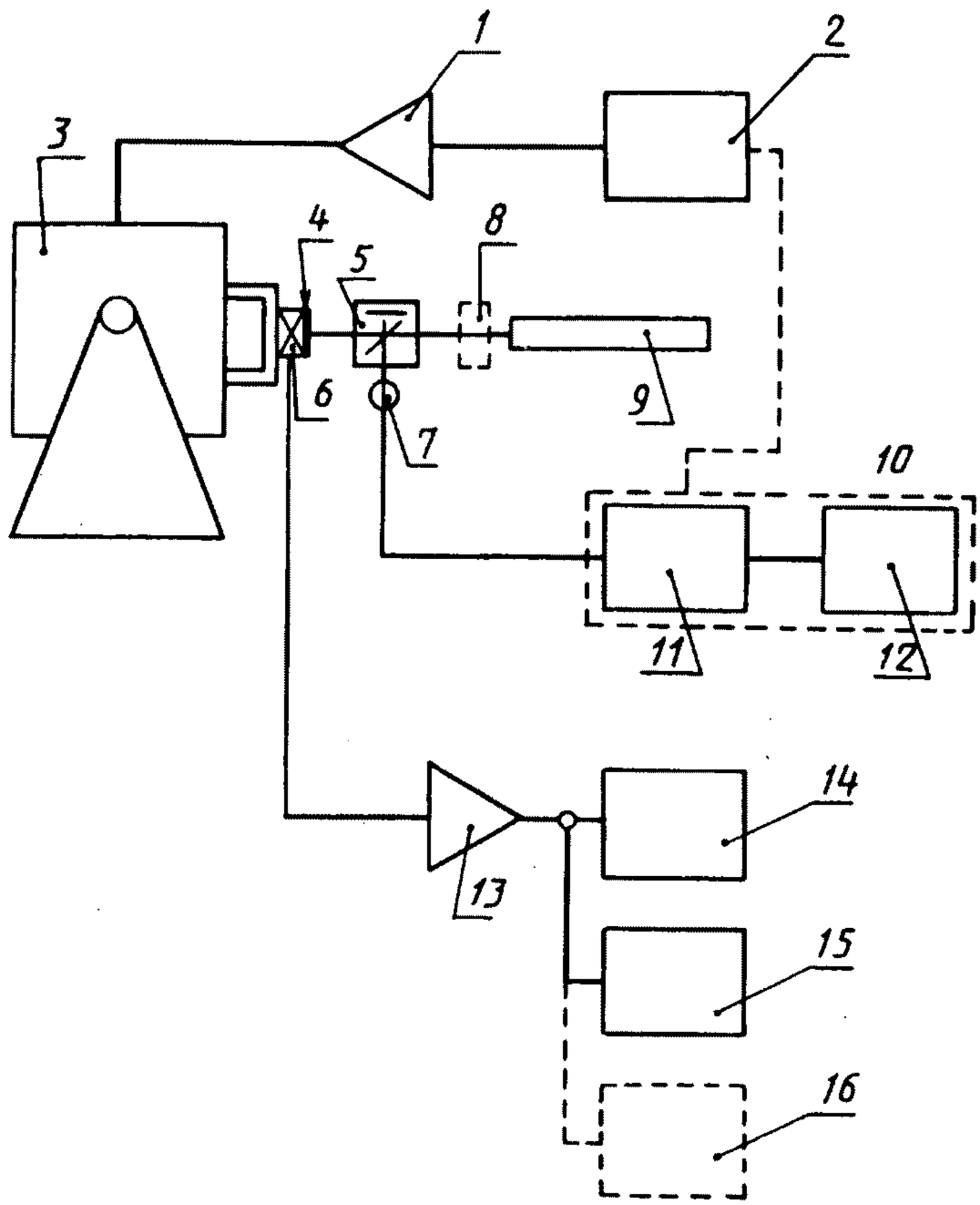
7.1 Процедура

С помощью полосового фильтра с центральной частотой, равной частоте сигнала акселерометра, фильтруется сигнал фотодетектора. Этот отфильтрованный сигнал имеет ряд минимумов, соответствующих определенным амплитудам перемещения акселерометра и приведенных в таблице 1.

После установки частоты амплитуду вибратора регулируют, начиная с нулевого значения до достижения максимума отфильтрованного сигнала фотодетектора и далее до его минимального значения. Это минимальное значение — первый минимум отфильтрованного сигнала — соответствует амплитуде перемещения 0,193 мкм. Амплитуды перемещения для других минимумов указаны в таблице 1. Измерительная система для метода минимумов изображена на рисунке 2.

Таблица 1 — Амплитуды перемещения для минимумов

Номер минимума	Амплитуда перемещения *d*, мкм	Номер минимума	Амплитуда перемещения *d*, мкм
0	0,0000	16	2,5704
1	0,1930	17	2,7286
2	0,3533	18	2,8868
3	0,5123	19	3,0450
4	0,6709	20	3,2030
5	0,8294	21	3,3615
6	0,9878	22	3,5197
7	1,1461	23	3,6779
8	1,3044	24	3,8361
9	1,4627	25	3,9943
10	1,6210	26	4,1525
11	1,7792	27	4,3107
12	1,9375	28	4,4689
13	2,0957	29	4,6271
14	2,2539	30	4,7853
15	2,4122		



1 — усилитель мощности; *2* — генератор частоты и индикатор; *3* — вибратор; *4* — плоское зеркало; *5* — интерферометр; *6* — акселерометр; *7* — фотодетектор; *8* — оптический фильтр; *9* — лазер; *10* — частотный анализатор; *11* — полосовой фильтр, настроенный на частоту вибратора; *12* — вольтметр; *13* — усилитель; *14* — вольтметр; *15* — измеритель нелинейных искажений; *16* — осциллограф

Рисунок 2 — Измерительная система для метода минимумов (метод 2)

7.2 Представление результатов (см. также Б.1 приложения Б)

Амплитуду ускорения a, м/с^2, вычисляют по формуле

$$a = 39{,}478 \cdot 10^{-6} \cdot d \cdot f^2,$$

а коэффициент преобразования S — по формуле

$$S = 0{,}25331 \cdot 10^5 \cdot \frac{V}{d \cdot f^2},$$

где V — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

d — амплитуда перемещения для минимума в соответствии с таблицей 1, мкм;

f — частота вибратора, Гц.

Полученные этим методом коэффициенты преобразования используют для расчета отклонений от опорного коэффициента преобразования, полученного на частоте 160 Гц (80 Гц) и при ускорении 100 м/с^2 (10 м/с^2) методом 1 (см. раздел 6).

Значение коэффициента преобразования следует сопровождать указанием погрешности калибровки и доверительным уровнем, которые вычисляют в соответствии с приложением А.

Должен быть использован доверительный уровень 99 % (или 95 %).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

РАСЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

А.1 Расчет общей (суммарной) неопределенности

Общую (суммарную) неопределенность калибровки для установленного доверительного уровня CL (для настоящего стандарта CL = 99 или 95 %) X_{CL} рассчитывают по формуле

$$X_{CL} = \pm \sqrt{X_r^2 + X_s^2} \ ,$$

где X_r — случайная неопределенность;

X_s — систематическая неопределенность.

Случайную неопределенность для установленного доверительного уровня $X_{r\,(CL)}$ рассчитывают по формуле

$$X_{r\,(CL)} = \pm t \sqrt{\frac{e_{r1}^2 + e_{r2}^2 + e_{r3}^2 + \ldots + e_{rn}^2}{n\,(n-1)}} \ ,$$

где $e_{r1}, e_{r2}, \ldots, e_{rn}$ — дисперсия (отклонение) от среднего арифметического значения результатов единичных измерений в серии измерений;

n — число измерений;

t — коэффициент распределения Стьюдента, соответствующий установленному доверительному уровню и числу измерений.

Систематическая погрешность должна быть исключена или компенсирована. Остаточную неопределенность $X_{s\,(CL)}$ рассчитывают по формуле

$$X_{s\,(CL)} = \frac{K}{\sqrt{3}} \cdot e_s \ ,$$

где K = 2,0 для доверительного уровня 95 % (CL = 95 %) или

K = 2,6 для доверительного уровня 99 % (CL = 99 %);

e_s — абсолютная погрешность коэффициента преобразования при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя, В · с^2/м (см. А.2).

А.2 Расчет абсолютной погрешности коэффициента преобразования e_s при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя

А.2.1 Расчет e_s для метода 1

Абсолютную погрешность коэффициента преобразования e_s при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя рассчитывают по формуле

$$\frac{e_s}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{e_f}{f}\right)^2 + \left(\frac{e_{f_f}}{f_f}\right)^2 + \left(\frac{V_f}{V}\right)^2 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{d_{tot}}{100}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{a_T T}{100\, a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{a_H}{a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{B}{100}\right)^2},$$

а при использовании счетчика отношения — по формуле

$$\frac{e_s}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{2e_f}{f}\right)^2 + \left(\frac{e_{R_f}}{R_f}\right)^2 + \left(\frac{V_f}{V}\right)^2 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{d_{tot}}{100}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{a_T T}{100\, a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{a_H}{a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{B}{100}\right)^2},$$

где S — коэффициент преобразования, В · с^2/м;

V — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

e_V — абсолютная погрешность вольтметра акселерометра, В;

f — частота вибратора, Гц;

e_f — абсолютная погрешность частоты вибратора, Гц;

f_f — частота полос, Гц;

e_{f_f} — абсолютная погрешность частоты интерференционных полос, Гц;

V_f — абсолютная погрешность детектирования интерференционной полосы, которая представляет собой изменение выходного напряжения акселерометра, соответствующее единице последнего используемого разряда счетчика частоты интерференционных полос, В;

d_{tot} — суммарное искажение, равное $100\sqrt{\dfrac{a_{tot}^2 - a_{rms}^2}{a_{rms}^2}}$, %,

где a_{tot} — истинное среднее квадратическое значение суммарного ускорения, м/с^2;

a_{rms} — истинное среднее квадратическое значение ускорения при возбуждающей частоте, м/с^2;

a_T — сумма поперечного ускорения, ускорения от изгиба акселерометра и ускорения от качания акселерометра, м/с^2;

T — наибольшее значение поперечной чувствительности акселерометра, % к амплитуде ускорения в направлении измерения;

a_H — ускорение, вызываемое шумом, м/с^2;

B — погрешность длины волны лазера и интерферометра, % длины волны;

R_f — отношение частоты вибрации к частоте интерференционных полос, измеренное за время, не меньшее 100 периодов вибрации;

e_{R_f} — абсолютная погрешность отношения.

А.2.2 Расчет e_s для метода 2

Абсолютную погрешность коэффициента преобразования e_s, В · с^2/м, при фиксированных частотах, амплитудах и положениях переключателей усилителя рассчитывают по формуле

$$\frac{e_s}{S} = \pm \sqrt{\left(\frac{e_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{V_z}{V}\right)^2 + \left[\frac{1}{2}\left(\frac{d_{tot}}{100}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{a_T T}{100\, a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{a_H}{a_{rms}}\right)^2 + \left(\frac{2e_f}{f}\right)^2},$$

где S — коэффициент преобразования, В · с^2/м (см. 7.2);

V — амплитуда выходного сигнала акселерометра, В;

e_V — абсолютная погрешность вольтметра акселерометра, В;

V_z — разрешающая способность в минимуме, равная изменению выходного сигнала акселерометра, при котором показания вольтметра, используемого для индикации минимума, изменяются от наименьшего значения перед минимумом до наименьшего значения после минимума, В;

d_{tot} — суммарное искажение, равное $100\sqrt{\dfrac{a_{tot}^2 - a_{rms}^2}{a_{rms}^2}}$, %,

где a_{tot} — истинное среднее квадратическое значение суммарного ускорения, м/с^2;

a_{rms} — истинное среднее квадратическое значение ускорения при возбуждающей частоте, м/с^2;

a_T — сумма поперечного ускорения, ускорения от изгиба акселерометра и ускорения от качания акселерометра, м/с^2;

T — наибольшее значение поперечной чувствительности акселерометра, % амплитуды ускорения в направлении измерения;

a_H — ускорение, вызываемое шумом, м/с^2;

f — частота вибратора, Гц (см. 7.2);

e_f — абсолютная погрешность частоты вибратора, Гц.

А.3 Расчет общей абсолютной погрешности коэффициента преобразования e_{s1} и неопределенности для полного амплитудного и частотного диапазонов

Абсолютная погрешность коэффициента преобразования e_s, рассчитываемая в соответствии с А.2.1 или А.2.2, имеет место для фиксированных частот, амплитуд и положений переключателей усилителя. Общую погрешность коэффициента преобразования e_{s1}, В · с^2/м, и неопределенность для полного амплитудного и частотного диапазонов рассчитывают по формуле

$$\frac{e_{s1}}{S} = \pm\sqrt{\left(\frac{e_s}{S}\right)^2 + \left(\frac{L_{fA}}{100}\right)^2 + \left(\frac{L_{fP}}{100}\right)^2 + \left(\frac{L_{aA}}{100}\right)^2 + \left(\frac{L_{aP}}{100}\right)^2 + \left(\frac{I_A}{100}\right)^2 + \left(\frac{I_P}{100}\right)^2 + \left(\frac{R}{100}\right)^2 + \left(\frac{E_A}{100}\right)^2 + \left(\frac{E_P}{100}\right)^2},$$

где S — коэффициент преобразования, В · с^2/м (см. 6.2 или 7.2);

e_s — абсолютная погрешность коэффициента преобразования для опорной частоты, амплитуды и фиксированных положений переключателей усилителя, рассчитанная в соответствии с А.2.1 или А.2.2, В · с^2/м;

L_{fA} — отклонение амплитудно-частотной характеристики усилителя, % коэффициента преобразования;

L_{fP} — отклонение амплитудно-частотной характеристики акселерометра, % коэффициента преобразования;

L_{aA} — нелинейность амплитудной характеристики усилителя, % коэффициента преобразования;

L_{aP} — нелинейность амплитудной характеристики акселерометра, % коэффициента преобразования;

I_A — погрешность от нестабильности цепи усилителя и погрешность импеданса источника, % коэффициента преобразования;

I_P — погрешность от нестабильности акселерометра, % коэффициента преобразования;

R — погрешность усиления по диапазону усилителя (погрешности усиления для различных настроек усилителя), % коэффициента преобразования;

E_A — погрешность, вызванная воздействием окружающих условий на усилитель, % коэффициента преобразования;

E_P — погрешность, вызванная воздействием окружающих условий на акселерометр, % коэффициента преобразования.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА УСКОРЕНИЯ

Б.1 Процедура 1

Длина волны λ главной линии спектра излучения неона принята равной 0,632815 мкм при давлении 100 кПа.

В интерферометре перемещение, соответствующее расстоянию между двумя соседними полосами (максимальной или минимальной интенсивностями),

$$d = \frac{\lambda}{2}.$$

Количество максимумов для одного периода вибрации

$$\frac{4\,d}{\lambda/2} = \frac{f_f}{f},$$

где $d = \frac{\lambda}{8} \cdot \frac{f_f}{f}$.

Ускорение $a = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot d$,
где f — частота вибратора, Гц;
f_f — частота интерференционных полос, Гц.

Б.2 Процедура 2

Регулируя амплитуду вибрации до уровня, при котором амплитуда составляющей спектра, частота которой равна частоте вибрации, становится равной нулю, амплитуду перемещения d и амплитуду ускорения a определяют по следующим формулам:

$$d = J_n \cdot \frac{\lambda}{4\pi};$$

$$a = 4\pi^2 \cdot f^2 \cdot d,$$

где J_n — аргументы, соответствующие различным нулям функции Бесселя, приведенные в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Значения J_n для нулей функции Бесселя

Номер нуля	J_n	Номер нуля	J_n
1	3,83170	16	51,04353
2	7,01559	17	54,18556
3	10,17346	18	57,32753
4	13,32369	19	60,46945
5	16,47063	20	63,61136
6	19,61586	21	66,75323
7	22,76009	22	69,89507
8	25,90368	23	73,03690
9	29,04683	24	76,17870
10	32,18968	25	79,32049
11	35,33230	26	82,46227
12	38,47477	27	85,60402
13	41,61709	28	88,75477
14	44,75932	29	91,88752
15	47,90146	30	95,02924

УДК 534.17.089.6:006.354 ОКС 17.160 Т88.2 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: вибрация, акселерометр, калибровка, лазер, интерферометр

Редактор *Л. В. Афанасенко*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.С. Кабашова*
Компьютерная верстка *Е.Н. Мартемьяновой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 03.04.97. Подписано в печать 23.04.97.
Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 0,90. Тираж 367 экз. С460. Зак. 331.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва,
Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник"
Москва, Лялин пер., 6