



**ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ОКТАВА-ЭЛЕКТРОНДИЗАЙН»**

МИ ПКФ-23-080

**Методика однократных измерений
виброускорения приборами ЭКОФИЗИКА,
Экофизика-110А, Экофизика-110В, Экофизика-111В с
использованием акселерометров типа 1V**

Аттестована

Метрологической службой

ООО «ПКФ Цифровые приборы»

Регистрационный номер в информационном
фонде по обеспечению единства измерений

ФР.1.36.2023.46064

Москва

2023

СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТКЕ

РАЗРАБОТАНА: Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственная фирма «ЭлектронДизайн»
полное наименование организации-разработчика

129327, г. Москва, ул. Менжинского, д. 23, корп. 2, кв. 423 тел/факс. (495) 225-55-01
почтовый адрес организации-разработчика

Руководитель организации-разработчика Вишняков Александр Николаевич
Фамилия, Имя, Отчество

СВЕДЕНИЯ ОБ АТТЕСТАЦИИ

АТТЕСТОВАНА: Метрологической службой ООО «ПКФ Цифровые приборы»
наименование юридического лица,
аттестовавшего методику измерений

Аттестат аккредитации юридического лица
или индивидуального предпринимателя,
аттестовавшего методику (метод) измерений № 01.00279-2013 от 11.12.2013 г.
номер и дата выдачи аттестата

Свидетельство об аттестации
методики измерений № 077-01.00279-2023 от 02.06.1987 г.
номер и дата оформления свидетельства

129281, г. Москва, ул. Енисейская, д.24, кв. 150 тел/факс. (495) 225-55-01
почтовый адрес юридического лица или
индивидуального предпринимателя, аттестовавшего
методику (метод) измерений

Руководитель юридического лица или
индивидуального предпринимателя, аттестовавшего
методику (метод) измерений Куриленко Юрий Владимирович
Фамилия, Имя, Отчество

СВЕДЕНИЯ О РЕГИСТРАЦИИ

Регистрационный код методики измерений по
Федеральному реестру ФР.1.36.2023.46064

СВЕДЕНИЯ ОБ АУТЕНТИЧНОСТИ ЭКЗЕМПЛЯРА

ЭКЗЕМПЛЯР АУТЕНТИЧЕН (заверяется печатью организации-разработчика)

Экземпляр принадлежит организации _____

МП

ИНН _____

1. Назначение и область применения

Настоящий документ разработан в соответствии с ГОСТ Р 8.563, ГОСТ 34100.1-2017/ISO/IEC Guide 98-1:2009, ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008, РМГ 91-2019.

Настоящий документ устанавливает методику измерений скорректированного виброускорения и виброускорения в октавных и 1/3-октавных полосах частот с использованием акселерометров типа 1V (регистрационный № 81334-21) и шумомеров-виброметров, анализаторов спектра ЭКОФИЗИКА, ЭКОФИЗИКА-110А, виброметров-анализаторов спектра ЭКОФИЗИКА-110В и ЭКОФИЗИКА-111В.

Методика применима для оценки скорректированных значений (уровней) виброускорения общей и локальной вибрации, а также октавных и 1/3-октавных спектров виброускорения в диапазоне частот наборов фильтров полосовых октавных и на долю октавы приборов ЭКОФИЗИКА-110А, ЭКОФИЗИКА-110В, ЭКОФИЗИКА-111В при выполнении работ по охране труда, производственном контроле, оценке воздействия вибрации на человека на рабочем месте, в производственных помещениях, в помещении жилых и общественных зданий, на транспорте, при инженерных изысканиях, измерении вибрационных характеристик машин, при аттестации выделенных помещений.

2. Диапазоны измерений

Диапазоны измерения виброускорения, в которых обеспечивается соблюдение показателей точности п.3 представлены в таблицах 1, 2, 3 и 4.

Таблица 1 - Диапазоны измерения скорректированного виброускорения в дБ отн. 1 мкм/с² при подключении вибропреобразователя к ИИБ Экофизика-110В, Экофизика-111В и входам X, Y, Z ИИБ Экофизика-110А, ЭКОФИЗИКА

Вибропреобразователь Част.корр-ия	1V151HC-100, 1V102HB-100, 1V102TB-100	1V151HC-10, 1V102HB-10, 1V102TB-10	1V101HB-100, 1V154HC-100	1V401HS-500
Wk	60 - 165	80 - 185	51 - 165	36 - 151
Wd	60 - 165	80 - 185	54 - 165	36 - 151
Wm	58 - 165	78 - 185	53 - 165	36 - 151
Wh	66 - 165	86 - 185	-	-
Fk	65 - 165	85 - 185	-	-
Fh	75 - 165	95 - 185	-	-

Таблица 2 - Диапазоны измерения скорректированного виброускорения в дБ отн. 1 мкм/с² при подключении вибропреобразователя ко входу МС/А* ИИБ Экофизика-110А, ЭКОФИЗИКА

Вибропреобразователь Част.корр-ия	1V151HC-100, 1V102HB-100, 1V102TB-100	1V151HC-10, 1V102HB-10, 1V102TB-10	1V101HB-100, 1V154HC-100	1V401HS-500
Wk	60 - 174	80 - 194	51 - 174	36 - 161
Wd	60 - 174	80 - 194	54 - 174	36 - 161
Wm	58 - 174	78 - 194	53 - 174	36 - 161
Wh;	66 - 174	86 - 194	-	-
Fk	65 - 174	85 - 194	-	-
Fh	75 - 174	95 - 194	-	-

*— только для конфигураций с переключаемым коэффициентом усиления (управлением поддиапазоном) для входа А.

Таблица 3 - Диапазоны измерения уровней виброускорения в дБ отн. 1 мкм/с² в октавных и 1/3-октавных полосах частот при подключении вибропреобразователя к ИИБ Экофизика-110В, Экофизика-111В и входам X, Y, Z ИИБ Экофизика-110А, ЭКОФИЗИКА

Вибропреобразователь Диапазон частот	1V151НС-100, 1V102НВ-100, 1V102ТВ-100,	1V151НС-10, 1V102НВ-10, 1V102ТВ-10	1V101НВ-100, 1V154НС-100	1V401НС-500	1V104НА-100	1V103ТВ-100	1V103ТВ-10	
0,8 – 1,25 Гц	60 - 164	80 - 184	42 - 164	30 - 151				
1,6 – 2,5 Гц			41 – 164					
3,15 – 20 Гц			50 - 164					
25 – 1250 Гц								
1600 – 4000 Гц								
4 – 10 кГц								
8 – 315 Гц					66 - 164	62 – 164	63 – 184	
400 – 800 Гц					69 - 164	62 – 164	63 - 184	
1000 – 2500 Гц					69 - 164	63 – 164	68 - 184	
3150 – 8000 Гц					69 - 164	65 – 164	73 - 184	

Таблица 4 - Диапазоны измерения уровней виброускорения в дБ отн. 1 мкм/с² в октавных и 1/3-октавных полосах частот при подключении вибропреобразователя ко входу МС/А ИИБ Экофизика-110А, ЭКОФИЗИКА

Вибропреобразователь Диапазон частот	1V151НС-100, 1V102НВ-100, 1V102ТВ-100,	1V151НС-10, 1V102НВ-10, 1V102ТВ-10	1V101НВ-100, 1V154НС-100	1V401НС-500	1V104НА-100	1V103ТВ-100	1V103ТВ-10	
0,8 – 1,25 Гц	56 - 174	76 - 194	44 - 174	30 - 161				
1,6 – 2,5 Гц			42 – 174					
3,15 – 20 Гц			36 – 174					
25 – 1250 Гц			37 - 174					
1600 – 4000 Гц								
4 – 10 кГц								
8 – 315 Гц					66 - 174	62 – 174	63 – 194	
400 – 800 Гц					69 - 174	62 – 174	63 - 194	
1000 – 2500 Гц					69 - 174	63 – 174	68 - 194	
3150 – 8000 Гц					69 - 164	65 – 174	73 - 194	

Примечания.

1) Указанные в таблицах 1-4 пределы диапазонов измерений соответствуют максимальным и минимальным уровням вибрации, которые виброметр измеряет в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 8041. Специализированные методики измерений могут позволять производить оценку уровней виброускорения ниже минимального предела благодаря учету собственных шумов или фона, либо посредством перехода от двустороннего к одностороннему интервалу неопределенности.

2) Нижний предел диапазона измерений скорректированного ускорения для конкретного датчика может отличаться из-за технологического разброса собственных шумов. В том случае, если собственные шумы акселерометра известны, для измерения уровней вибрации, отличающихся от нижней границы диапазона измерений меньше чем на 5 дБ, верхнюю границу интервала неопределённости измерений принимают равной уровню собственных шумов акселерометра, плюс 2 дБ.

3. Характеристики и точности измерений

Точность однократных измерений по данной МИ характеризуется границами неисключённой систематической погрешности в относительном выражении (далее – «относительной погрешностью»).

Относительная погрешность однократного измерения скорректированного уровня виброускорения в диапазонах, указанных в таблицах 1 и 2, не превышает:

- Для синусоидальной вибрации опорной частоты (16 Гц для общей вибрации; 80 Гц – для локальной вибрации):

± 0,3 дБ (при уровне сигнала не менее +5 дБ от нижнего предела измерений);

± 0,6 дБ (при уровне сигнала вблизи нижнего предела измерений).

- Для безударной вибрации:

± 1,0 дБ (при уровне сигнала не менее +5 дБ от нижнего предела измерений);

± 1,2 дБ (при уровне сигнала вблизи нижнего предела измерений);

± 2,0 дБ (для вибраций с ярко выраженным преобладанием низкочастотных или высокочастотных составляющих: 0,5-1,25 Гц / 63-125 Гц для общей вибрации и 6,3-8 Гц / 1000-1600 Гц для локальной вибрации).

- Для ударной вибрации: ±1,0 дБ

Относительная погрешность измерения уровней виброускорения в октавных и 1/3-октавных полосах частот в диапазонах, указанных в таблицах 3 и 4:

- Для синусоидальной вибрации:

± 0,3 дБ (при уровне сигнала не менее +5 дБ от нижнего предела измерений);

±1,0 дБ (при уровне сигнала вблизи нижнего предела измерений).

- Для широкополосной вибрации:

± 1,0 дБ (при уровне сигнала не менее +5 дБ от нижнего предела измерений);

± 1,2 дБ (при уровне сигнала вблизи нижнего предела измерений)

- Для ударной вибрации: ±1,0 дБ

Приведенные в этом разделе показатели точности могут быть использованы лабораториями для оценки инструментальной составляющей неопределенности измерений в соответствии с п.1 МИ ПКФ-12-006.

4. Нормативные ссылки

В настоящей методике измерений использованы ссылки на следующие нормативные документы.

1. ГОСТ Р 8.563 «Методики выполнения измерений»
2. ГОСТ 34100.1-2017/ISO/IEC Guide 98-1:2009 Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по выражению неопределенности измерения
3. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения
4. РМГ 91-2019 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Использование понятий "погрешность измерения" и "неопределенность измерений". Общие принципы
5. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения
6. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»

7. ГОСТ 24346 «Вибрация. Термины и определения»
8. ГОСТ Р 70024.1. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Часть 1. Технические требования.
9. ГОСТ Р 59701.1 (ИСО 8041-1:2017) Вибрация. Средства измерений общей и локальной вибрации. Часть 1. Виброметры общего назначения
10. МИ ПКФ-12-006. Методика измерений. Однократные прямые измерения уровней звука, звукового давления и вибрации приборами серий ОКТАВА и ЭКОФИЗИКА.

5. Термины и определения

Настоящая МИ использует термины и определения, принятые в ГОСТ Р 8.563, ГОСТ 34100.1, ГОСТ 8.736, ГОСТ 24346, ГОСТ Р 70024.1, ГОСТ Р 59701.1

6. Средства измерений, вспомогательные средства и устройства

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, вспомогательные средства и устройства.

Таблица 5 Применяемые средства измерения, вспомогательные средства и устройства

Наименование средств измерений и вспомогательных устройств	Обозначение и наименование документов, в соответствии с которыми выпускают средства измерений, вспомогательные устройства	Метрологические и технические характеристики
Измеритель акустический многофункциональный ЭКОФИЗИКА	ТУ 4301-007-98301696-09, описание типа СИ №41175-09	<ul style="list-style-type: none"> - Частотные коррекции, временные характеристики, линейность при испытаниях электрическим методом по ГОСТ Р 59701.1 (ИСО 8041, ИСО 8041.1) - Фильтры полосовые октавные и 1/3-октавные класса 1 по ГОСТ Р 70024.1 (МЭК 61260, МЭК 61260-1) - Частотный диапазон анализа в реальном времени: 1 Гц – 10 кГц (не хуже) - Подключение преобразователей: ICP/IEPE
Шумомер-виброметр, анализатор спектра Экофизика-110А	ПКДУ.411000.001.02ТУ, описание типа СИ №48906-12	
Виброметр, анализатор спектра Экофизика-110В/111В	ПКДУ.411000.001.03ТУ, ПКДУ.411000.003ТУ, описание типа СИ №48433-11, 66279-16	
Вибропреобразователь 1V151НС-100, -10 1V154НС-100 1V102НВ-100, -10 1V102ТВ-500, -100, -10 1V101НВ-100	ГТБВ.402159РЭ, описание типа СИ № 81334-21	

Наименование средств измерений и вспомогательных устройств	Обозначение и наименование документов, в соответствии с которыми выпускают средства измерений, вспомогательные устройства	Метрологические и технические характеристики
1V401HS-500 1V104HA-100 1V103TB-100, -10		
Устройство воспроизведения вибрации (виброкалибратор) KB-160 ¹⁾	ПКДУ.411100.001.025ТУ, описание типа СИ № 66280-16	Частота колебаний: 159,2 Гц ($\pm 0,5\%$) Ускорение (СКЗ): 1 или 10 м/с ² ($\pm 2\%$) Нелинейные искажения: <3% Макс. масса калибруемого Вибропреобразователя: 300г (для KB160-1), 180 г (KB160-10)
Программное обеспечение Signal+3G RTA или Signal+Ultima	Инструкция пользователя ПКДУ.411100.001.018	Возможность обработки сигналов виброускорения – децимации, наложении фильтров верхних частот (ФВЧ), интегрирования

¹⁾ возможна замена СИ на иной вибрационный калибратор или устройство проверки измерительного тракта, рекомендованные производителем виброметра; не рекомендуется использовать виброкалибраторы с частотой сигнала, отличающейся от 159-160 Гц, а также виброкалибраторы с горизонтальным ходом.

7. Требования к квалификации персонала

К выполнению измерений по данной методике допускаются лица, прошедшие подготовку и имеющие допуск к работе с фактически используемыми средствами измерения п.б.

8. Требования к безопасности

При выполнении измерений соблюдают установленные требования безопасности при эксплуатации используемых СИ. Кроме того следует исполнять все нормы и требования техники безопасности, предусмотренные на объектах строительства и при работе с промышленным оборудованием.

9. Метод измерений

Метод измерений основан на преобразовании электрического сигнала, поступающего на вход измерительно-индикаторного блока прибора с выхода вибропреобразователя, установленного на вибрирующей поверхности, с последующим цифровым преобразованием, фильтрацией и определением среднеквадратичных и пиковых значений сигнала.

10. Требования к условиям измерений

10.1. Температура окружающей среды при измерениях должна быть в пределах от минус 10 до плюс 40 °С. Допускается проведение измерений при размещении измерительно-индикаторного блока анализатора спектра в зоне с температурой от минус 10 до плюс 40 и размещением акселерометра в зоне с температурой от минус 20 до +55 °С. Контроль температуры проводится согласно руководству по эксплуатации на СИ измерения температуры.

10.2. Относительная влажность воздуха (без конденсации) не должна превышать 90%. Контроль относительной влажности воздуха проводится согласно руководству по эксплуатации на СИ измерения относительной влажности. Результаты контроля относительной влажности вносятся в рабочий журнал. Измерения на улице не проводят во время осадков.

10.3. Температура поверхности, на которую устанавливается вибропреобразователь, не должна превышать 90°С.

11. Подготовка к выполнению измерений. Выбор первичного преобразователя

Типовая схема подключения вибродатчиков к приборам серии ЭКОФИЗИКА рассчитана на применение пьезоакселерометров со встроенной электроникой типа IERE (ICP). Эти датчики не имеют многих недостатков, свойственных классическим пьезоакселерометрам.

Пьезоакселерометры обладают уникальными преимуществами по сравнению с иными типами датчиков вибрации: широчайший динамический диапазон (до 180 дБ!), большой частотный диапазон при малых размерах и весе.

Основной недостаток классического (пассивного) пьезоакселерометра – очень большое электрическое сопротивление. Из-за этого возникает необходимость использовать специальные схемы усиления и согласования сигнала, дорогостоящие antivибрационные кабели. Замена кабеля в такой системе может привести к изменению чувствительности всего измерительного тракта.

Если кабель пассивного пьезоакселерометра дрожит или изгибается, то на выходе мы увидим паразитные сигналы, вызванные трибоэлектричеством (возникновение электрических зарядов вследствие трения). Поэтому кабели таких датчиков положено фиксировать через каждые 15-20 см, что затруднительно при оперативных измерениях.

Вибропреобразователи серии 1V (1V151HC, 1V154HC, 1V101HB, 1V102HB, 1V401HS и др.), не имеют описанных недостатков. Они относятся к типу IERE (ICP). Внутри датчика находится электрическая схема усиления, поэтому их ещё называют «датчиками со встроенной электроникой».

Датчики со встроенной электроникой работают успешно, если температура поверхности не очень высокая (обычно до 100°C).

Датчики вибрации, применяемые с прибором, могут быть **1-компонентными** (например, 1V101HB, 1V102HB, 1V104HA, 1V401HS) или **3-компонентными** (например, 1V151HC, 1V154HC).

Однокомпонентный датчик позволяет измерить только одну компоненту вибрации в направлении оси чувствительности (ось чувствительности такого датчика ортогональна плоскости основания). Если необходимо измерить все три компоненты вибрации, то нужно последовательно переставлять датчик, ориентируя его во взаимно перпендикулярных направлениях.

Трехкомпонентный датчик содержит три взаимно перпендикулярных чувствительных элемента и одновременно измеряет все три составляющих виброускорения. Направление осей чувствительности вибропреобразователя указаны на маркировке на корпусе датчика. При установке на объект трехкомпонентный датчик нужно ориентировать так, чтобы направления осей чувствительности **X, Y, Z** совпадали с интересующими направлениями вибрации.

Рекомендации по выбору вибропреобразователя в зависимости от требуемого диапазона частот, даны в Таблице 7.

Таблица 7. Рекомендации выбору ВП в зависимости от требуемого диапазона частот.

Модель	Нижняя частота (для неравномерности АЧХ ± 1 дБ), Гц	Верхняя рекомендуемая частота ($f_{рез}/5$), Гц [*]	Резонансная частота, Гц
1V102HB-100, 1V102HB-10, 1V102TB-100, 1V102TB-10	0,5	10000	>50 000
1V103TB-100, 1V103TB-10	2	12000	>60 000
1V104HA-100	2	12000	>60 000
1V101HB-100	0,5	4800	>24 000
1V401HS-500	0,1	1800	>9000
1V151HC-100	0,5	9000	>45 000

1V151HC-10	0,5	9000	>45 000
1V154HC-100	0,5	4000	>20 000

Рекомендации по выбору вибропреобразователя для различных случаев измерения общей и локальной вибрации даны в Таблице 8.

Таблица 8. Рекомендации по выбору вибропреобразователя для разных приложений

Тип вибрации Датчик	Транспортная и транспортно-технологическая вибрация (сиденья)	Вибрация на полу	Локальная вибрация (умеренная: рычаги управления, рулевое управление, неударный инструмент)	Сильная локальная вибрация (ударный инструмент, шлифовальные машины, заточные станки и т.п.)
1V151HC-100 (100 мВ/г), трехкомпонентный	Оптимально Адаптер: 003РД	Производственные и коммунальные вибрации (исключая очень слабые) Адаптер: 003ОП, 004ОП	Допускается использование Адаптеры: 002КР, 022КБ	Не рекомендуется
1V151HC-10 (10 мВ/г), трехкомпонентный	Оптимально Адаптер: 003РД	Сильные вибрации выше 10 мм/с ² Адаптер: 003ОП, 004ОП	Допускается использование Адаптеры: 002КР, 022КБ	Допускается использование Адаптеры: 002КР, 022КБ
1V102HB-10, 1V102TB-10 (10 мВ/г) 1-компонентный	Не рекомендуется	Производственные вибрации. Может использоваться для измерений вибрации порядка 10 мм/с ² Адаптер: 004ОП	Только для ориентировочных измерений	Не рекомендуется
1V102HB-100, 1V102TB-100, 1V102TB-500 (100 мВ/г, 500 мВ/г) 1-компонентный		Производственные и коммунальные вибрации. Может использоваться для измерений вибрации порядка 1 мм/с ² Адаптер: 004ОП		
1V101HB-100 (100 мВ/г) 1-компонентный, 1V154HC-100 (100 мВ/г) 3-компонентный	—	Коммунальная вибрация, Слабые вибрации строительных и инженерных конструкций. Адаптер 004ОП	—	—
1V401HS-500 (500 мВ/г) 1-компонентный	—	Сверхслабые низкочастотные вибрации - строительных и инженерных конструкций и др.	—	—

Акселерометры **1V104HA-100, 1V103TB-100, 1V103TB-10** имеют малые размеры и массу, в связи с чем они оптимальны для измерений вибрации лёгких объектов массой от нескольких десятков грамм и/или измерений вибрации в звуковом диапазоне частот.

12. Порядок выполнения измерений

12.1. Подсоединить вибропреобразователь к измерительно-индикаторному блоку в соответствии со схемами подключения в руководстве по эксплуатации.

12.2. Перед проведением измерений рекомендуется проверить калибровку виброметра с помощью портативного виброкалибратора или вибрационного стенда в соответствии с руководством по эксплуатации. Рекомендуется использовать портативные устройства, допускающие установку 3-компонентных вибропреобразователей без дополнительных переходных элементов и не накладывающие строгих ограничений на ориентацию оси возбуждения вибрации.

Рекомендуемые модели портативных виброкалибраторов: КВ-160, АТ01, АТ01m, 394С06. **Вибрационный калибратор ВК 16/160 не следует применять для выполнения калибровки и (или) проверки калибровки вибрационных трактов приборов ЭКОФИЗИКА, ЭКОФИЗИКА-110А, ЭКОФИЗИКА-110В, ЭКОФИЗИКА-111В.**

Проверку калибровки предпочтительно осуществлять в том же режиме, в котором будут производиться измерения. Если в этом режиме прибор позволяет осуществлять частотный анализ спектра, то проверку калибровки выполняют, сравнивая показания виброметра в соответствующем 1/3-октавном (или октавном) фильтре с уровнем калибровочного сигнала.

При подаче калибровочного сигнала опорной частоты (80 Гц для локальной вибрации и 16 Гц для общей вибрации) показания виброметра должны совпадать с калибровочным уровнем в пределах:

- для уровней общей вибрации с коррекцией F_k, F_m : $\pm 0,3$ дБ;
- для уровней локальной вибрации с коррекцией F_h : $\pm 0,3$ дБ.

При подаче калибровочного сигнала частоты 159 Гц показания виброметра в 1/3-октаве 160 Гц должны совпадать с калибровочным уровнем в пределах: $\pm 0,4$ дБ;

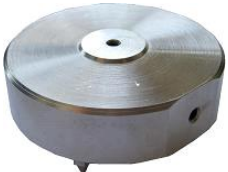
Если проверка калибровки не проводится, следует провести опробование виброметра:

- проверить отсутствие механических повреждений кабеля, вибропреобразователя и прибора;
- проверить соответствие внутренних настроек прибора паспортным данным и результатам последней поверки;
- убедиться, что виброметр реагирует на вибрацию, а при отсутствии вибрации (в состоянии покоя) обеспечивает показания, близкие к типичным для данной лаборатории фоновым уровням.

12.3. Установить вибропреобразователь на вибрирующую поверхность



Обычно вибропреобразователь устанавливается на вибрирующую поверхность с использованием переходных элементов, адаптеров (см. таблицу 9)

Таблица 9. Рекомендуемые способы установки вибропреобразователей

Переходной элемент	Обозначение	Описание
	003ОП/ 004ОП	Платформа напольная для измерений вибрации на полу ¹ (применяется для измерений общей вибрации). Датчик крепится с помощью резьбовой шпильки

¹ Для этой же цели можно использовать металлический лист 50x50 мм, к которому датчик крепится с помощью резьбовой шпильки (оптимальный вариант) либо магнита или мастики – см. ГОСТ 31191.2

Переходной элемент	Обозначение	Описание
	002OT	Платформа-диск для измерений вибрации 3-компонентным датчиком на жестком и плоском сиденье. Датчик крепится с помощью резьбовой шпильки
	001OT	Кубик для установки однокомпонентного датчика с различной ориентацией на платформу 002OT (см. выше)
	003РД	Полужесткий диск для установки 3-компонентного датчика AP2082M (003РД) или AP2038P. Применяется для измерений вибрации на любых сиденьях
	002КР	Адаптер кисти руки (одно положение установки 3-компонентного датчика). Зажимается между пальцами рук и рукояткой вибрирующего инструмента
	001КР/ 001КРН	Адаптер кисти руки (три положения установки 1-компонентного датчика). Зажимается между пальцами рук и рукояткой вибрирующего инструмента
	022КР	Адаптер рукоятки для измерений. Зажимается между ладонью и рукояткой вибрирующего инструмента
	022КБ	Адаптер для установки вибродатчика на трубчатую поверхность (рукоятки, рулевое управление и пр.)
	AM-01-OKT	Магнит для крепления датчика к металлическим магнитным поверхностям. Датчик крепится к магниту с помощью шпильки
	MM-01-OKT	Площадка для клеевого крепления к поверхности. Датчик крепится к площадке с помощью шпильки. Клеевое крепление реализуется в соответствии с рекомендациями ГОСТ ИСО 5348

Переходной элемент	Обозначение	Описание
	МП-03-ОКТ	Многопозиционная площадка для клеевого крепления к поверхности. Датчики крепятся к площадке с помощью шпильки. Клеевое крепление реализуется в соответствии с рекомендациями ГОСТ ИСО 5348
	AW-01	Восковая мастика для установки датчика клеевым способом. Применяется для измерений вибрации в частотном диапазоне не более 300 Гц

Основание датчика должно плотно прилегать к вибрирующей поверхности.

При креплении на шпильке следует убедиться, что между основанием датчика и вибрирующей поверхностью отсутствуют зазоры. Не допускается крепление датчика к неплоским поверхностям, а также к поверхностям, содержащим заусенцы и грязь и т.п.

При измерении высокочастотных вибраций (выше 3-5 кГц) следует использовать только резьбовое крепление на шпильках или винтах, либо клеевое крепление с использованием специальных акриловых клеев (последнее сокращает срок службы датчика).

Крепление на магните может использоваться только для измерений не выше 3-5 кГц.

При установке нескольких ВП на общую проводящую поверхность могут возникать электрические помехи, которые особенно сильно проявляются на частоте 50 Гц.

Для устранения или уменьшения влияния электрической помехи следует:

- крепить ВП посредством изолирующей шпильки (не входит в типовой комплект, запрашивается дополнительно у изготовителя);
- проводить измерения одним датчиком последовательно;
- использовать ВП с изолированным основанием.

Примечание. Если при отсутствии вибрационного сигнала на основании акселерометра уровень виброускорения в третьоктаве 50 Гц отличается в большую сторону от уровней виброускорения в третьоктавах 40 Гц и 63 Гц не более, чем на 6 дБ, то можно считать, что электрическая помеха отсутствует.

Ориентировать трёхкомпонентный акселерометр необходимо согласно маркировке на корпусе датчика виброускорения.

12.4. После включения виброметра выждать не менее 40-60 секунд, прежде чем начинать измерения. К моменту начала измерения не должны гореть индикаторы over или under.

12.5. Измерение запускается клавишей **СТАРТ**. Результаты измерений могут сохраняться в энергонезависимой памяти в ручном и автоматическом режимах. Каждый набор результатов автоматически маркируется датой и временем сохранения, а также индивидуальным примечанием пользователя (при наличии).

12.6. Показания текущих среднеквадратичных уровней считываются на индикаторе виброметра рядом с метками **СКЗ-1с**, **СКЗ-5с**, **СКЗ-10с**.

12.7. Максимальные текущие среднеквадратичные уровни считываются на индикаторе рядом с теми же метками и метками **Max**.

12.8. Показания **MTVV** (**максимального СКЗ 1 сек**) считываются на индикаторе виброметра рядом с метками **СКЗ-1с**, **MAX** и **MTVV** (в зависимости от модели).

12.9. Эквивалентный уровень считывается на индикаторе виброметра рядом с меткой **Leq**. В последней строке индикаторного экрана считывают продолжительность измерения (усреднения по времени) эквивалентного уровня.

12.10. Доза вибрации считывается на индикаторе виброметра рядом с меткой **VDV**.

12.11. Пиковый уровень скорректированного ускорения для полного интервала измерений считывается на индикаторе виброметра рядом с меткой **Пик** напротив метки **Leq**.

12.12. Пиковые уровни скорректированного ускорения за последние 1с, 5с и 10с считываются на индикаторе виброметра рядом с меткой **Пик** напротив меток «1 сек», «5 сек» и «10 сек» соответственно.

12.13. Поправка на собственные шумы. При измерении малых уровней вибрации следует сопоставить показания прибора с уровнями собственных шумов акселерометра. Если разность между показанием прибора и соответствующим уровнем собственных шумов находится в пределах от 3 дБ до 10 дБ, необходимо вносить поправку в результаты измерения.

Поправка ε на влияние собственных шумов (величина, которую нужно вычесть из показаний прибора) рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon(\text{дБ}) = \Delta - 10 \lg(10^{0,1\Delta} - 1), \text{ где } \Delta - \text{разность показания прибора и уровня собственных шумов, дБ.}$$

Поправка применяется при измерениях среднеквадратичных значений и уровней (Leq, СКЗ-1с, СКЗ-5 с, СКЗ-10с). При пиковые значения вибрации не измеряют если результат на отличается от фона меньше, чем на 10 дБ.

Собственные шумы вибропреобразователя (ВП) из состава виброметра определяются согласно:

- эксплуатационной документации на виброметр ;
- по протоколу измерений собственных шумов ВП, проведённых по методике согласованной с производителем.

13. Обработка результатов измерений

13.1. При измерении октавных и третьоктавных уровней виброускорения величина уровня ускорения $L_{\text{изм}}(f)$ в полосе частот с центральной частотой f рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{изм}}(f) = L_{\text{инд}}(f) + \Delta L_{\text{ВП}}(f)$$

Здесь $L_{\text{инд}}(f)$ – значение уровня ускорения, снятое с индикатора прибора (см. п 12), $\Delta L_{\text{ВП}}(f)$ – поправка, характеризующее неравномерность АЧХ акселерометра для частоты f . Поправки на вибропреобразователь определяются эксплуатационной документацией средств измерений.

Если поправки на АЧХ вибропреобразователя не учитываются при расчете уровня ускорения, то в оценке погрешности измерений следует учитывать дополнительные погрешности (п.13.2) по типовым неравномерностям АЧХ для используемого типа датчика. Значения дополнительных погрешностей в этом случае выбираются равными максимальной неравномерности АЧХ в рассматриваемом диапазоне частот согласно описанию типа СИ № 81334-21.

13.2. Для учета дополнительных погрешностей следует пользоваться формулой:

$$\Delta L = 20 \times \lg \left(1 + \sqrt{\left(10^{\Delta_1/20} - 1\right)^2 + \sum \left(10^{\Delta_k/20} - 1\right)^2} \right)$$

где Δ_1 – модуль погрешности измерения в соответствии с п.3, Δ_k – k -я дополнительная погрешность в децибелах (например, неравномерность АЧХ в диапазоне измерений).

14. Контроль точности результатов измерений

Показатели точности по данной методике соответствует значениям, указанным в п.3, при выполнении следующих условий:

- вибропреобразователь установлен с соблюдением требований п.11;
- условия измерений соответствуют условиям применения используемых СИ;
- используемые СИ имеют действующую поверку, калибровочные настройки прибора соответствуют метрологическим характеристикам, установленным при поверке,
- поправки на АЧХ вибропреобразователя, применяемые при обработке (п.13.1) соответствуют паспортным данным,
- при возникновении ситуаций, потенциально приводящих к повреждению измерительного тракта, следует проводить проверку измерительного тракта согласно п.12.2.
- используемые СИ проходят своевременное техобслуживание согласно их руководствам по эксплуатации.

15. Принятые сокращения и обозначения

Принятые сокращения.

РЭ – руководство по эксплуатации

СИ – средства измерения

МИ – методика измерений

ВП – вибропреобразователь, датчик вибрации

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика

Принятые обозначения.

a – виброускорение, $м/с^2$

$a_0 = 10^{-6} м/с^2$ – опорный уровень виброускорения

L_a – уровень виброускорения, дБ отн. $10^{-6} м/с^2$

ε – поправка на собственные шумы, дБ

Δ – разность показания прибора и уровня собственных шумов, дБ

$L_{изм}(f)$ – результат измерения октавного (1/3-октавного) уровня виброускорения, дБ

$L_{инд}(f)$ – значение уровня ускорения, снятое с индикатора прибора

$\Delta L_{ВП}(f)$ – поправка, характеризующая неравномерность АЧХ акселерометра

Ключевые слова: виброускорение, октавная полоса частот, спектр, уровень

РАЗРАБОТАНА:

ООО НПФ «ЭлектронДизайн»
наименование организации-разработчика

ООО «ПКФ Цифровые приборы»
наименование организации-соисполнителя разработки

Генеральный директор
ООО НПФ «ЭлектронДизайн»
Руководитель разработки

личная подпись

А.Н. Вишняков
инициалы, фамилия

М.П.

Исполнители:

Ведущий инженер
должность

личная подпись

А.А. Воронков
инициалы, фамилия

Инженер-физик
должность

личная подпись

М.Ю.Кузьмин
инициалы, фамилия

Инженер-физик
должность

личная подпись

Ю.К.Руденко
инициалы, фамилия

АТТЕСТОВАНА:

Метрологической службой ООО «ПКФ Цифровые приборы»
полное наименование юридического лица, аттестовавшего
методику измерений

Основание для
аттестации

Приказ
наименование
документа

73-ПР/ЦП
номер документа

11.05.2023
дата принятия
документа

Руководитель метрологической службы
организации, аттестовавшей методику
измерений

личная подпись

Ю.В. Куриленко
инициалы, фамилия

М.П.