

Виброанализатор ВМ-10

Технические характеристики

1. Общие.

1.1. Питание прибора либо от аккумуляторов, либо от подключаемого сетевого адаптера.

- 1.1.1. Сетевой адаптер +5В с мощностью не менее 4 Вт (ток нагрузки не менее 800 мА).
 - Адаптер, поставляемый с прибором – MeanWell GS06E-1P1J.
 - Разъем подключения к прибору – DJK-11A (P1J) с «+» питания на центральном контакте. (диаметр центрального контакта 2.1 мм, диаметр отверстия – 5.5 мм).
- 1.1.2. Аккумуляторы никельметалгидридные типоразмера AA - 4 шт. (1.5 В).
 - С прибором поставляется комплект аккумуляторов емкостью 2800 мА·ч.
 - Время работы прибора от свежезаряженных аккумуляторов емкостью 2800 мА·ч не менее 4 ч.
 - Возможность подзарядки аккумуляторов в приборе при питании его от сетевого адаптера током 200 мА (время полной зарядки аккумуляторов емкостью 2800 мА·ч – 14 ч.).

1.2. Вес прибора с аккумуляторами, но без датчиков – не более 550 г.

1.3. Габаритные размеры прибора (без подключенных датчиков) – 250 × 116 × 46 мм.

1.4. Рабочая температура прибора - +1...+35°C. Под заказ возможен -20...+70 °С.

1.5. Время обновления данных на приборе зависит от выбранного частотного диапазона:

- 1.5.1. Для диапазона 2.3...1580 Гц - 1.5 сек.
- 1.5.2. Для диапазона 0.6...390 Гц - 6.0 сек.

2. Канал измерения вибрации.

2.1. Кол-во каналов – 1.

2.2. Тип датчиков – ИСР.

- 2.2.1. Напряжение питания датчиков – 10.5...12.5 В.
- 2.2.2. Ток питания датчиков 3.8...4.1 мА.
- 2.2.3. В базовом варианте прибора используются датчики с чувствительностью 10 мВ/(м/с²). Именно с учетом этой чувствительности приводятся все характеристики канала. Пользователь может использовать датчики с другой чувствительностью. При этом соответственно изменяются диапазоны измеряемых сигналов, а при большей чувствительности может вырасти и уровень шумов.

2.3. Все измеряемые прибором по виброканалу значения рассчитываются по выборке сигнала снятой на частоте 12.5 кГц с 16 разрядного АЦП.

- 2.3.1. Для диапазона частот 2.3...1580 Гц снимается выборка 16384 точек, фильтруется цифровым фильтром, после чего прореживается в 4 раза.
- 2.3.2. Для диапазона частот 0.6...390 Гц снимается выборка 65536 точек, фильтруется цифровым фильтром, после чего прореживается в 16 раз.
- 2.3.3. На полученную выборку в 4096 точек накладывается окно Блэкмана и рассчитывается спектр сигнала виброускорения.
- 2.3.4. По спектру сигнала виброускорения получается (в цифровом виде) спектры виброскорости и виброперемещения.

2.4. Измеряемые прибором параметры по вибросигналу.

Прибор обеспечивает **одновременное измерение 3-ех параметров** по выбору пользователя из приводимого ниже списка.

2.4.1. Пик-фактор.

Рассчитывается по формуле $0.7071 \cdot 0.5 \cdot (A_{\max} - A_{\min}) / A_{\text{СКЗ}}$. Здесь:

- A_{\max} и A_{\min} – максимальное и минимальное значение сигнала виброускорения в исходной выборке сигнала (до фильтрации с прореживанием).
- $A_{\text{СКЗ}}$ – СКЗ виброускорения во всей полосе частот (т.е. посчитанное по всему спектру сигнала, см.п.п. 2.3.3)

При чистом синусоидальном сигнале пик-фактор = 1.

2.4.2. Экссесс.

Рассчитывается по формуле $(m_4 - 4 \cdot m_3 \cdot m_1 + 6 \cdot m_2 \cdot m_1^2 - 3 \cdot m_1^4) / (m_2 - m_1^2)^2 - 3$. Здесь:

- m_i – начальные моменты i -го порядка ($i=1, 2, 3, 4$).

Моменты m_i рассчитываются по отфильтрованной и прореженной выборке (4096 точек) по формуле

$\sum A_k^i$, где A_k – текущее значение виброускорения по выборке ($k = 1 \dots 4096$ и сумма берется по всем k), а i – порядок момента.

При чистом синусоидальном сигнале эксцесс = 0.5.

2.4.3. Фаза сигнала.

Это фаза гармоники сигнала на оборотной частоте $f_{об}$ по отношению к **переднему краю метки** для датчика оборотов. $f_{об}$ так же рассчитывается по сигналу с датчика оборотов. Без наличия сигнала с датчика оборотов фаза не считается.

В меню «Настройки» прибора можно устанавливать усреднение фазы по 2-ум измерениям, что обеспечивает более стабильное ее значение.

- Для измерения фазы сигнала оборотная частота ($f_{об}$) должна находиться в диапазоне:
 - Для частотного диапазона 2.3 ... 1580 Гц – 137.4...93'750 Об/мин.
 - Для частотного диапазона 0.6 ... 390 Гц – 34.4...23'437 Об/мин.
- Погрешность измерения фазы сигнала в зависимости от его уровня.

Получена для сигнала, близкого к синусоидальному.

 - Для уровня не ниже 4.4 м/с² - разброс значений фазы $\pm 0.05^\circ$.
 - Для уровня не ниже 0.21 м/с² - разброс значений фазы $\pm 0.5^\circ$.
 - Для уровня не ниже 0.04 м/с² - разброс значений фазы $\pm 3.0^\circ$.
 - Для уровня не ниже 0.02 м/с² - разброс значений фазы $\pm 7.0^\circ$.
- Погрешность измерения фазы сигнала в зависимости от его частоты.

Получена для сигнала, близкого к синусоидальному на рабочем диапазоне 2.3...1580 Гц. В данной погрешности не учитывается фазовая погрешность датчиков. Учитывается лишь погрешность самого прибора.

 - При изменении $f_{об}$ от 8 до 860 Гц фаза изменяется не более чем на $\pm 0.5^\circ$.
 - При уменьшении $f_{об}$ от 8 до 4 Гц фаза уменьшается не более чем на 1.1° .
 - При увеличении $f_{об}$ от 860 до 1000 Гц фаза возрастает не более чем на 0.9° .

2.4.4. СКЗ виброускорения в заданной полосе частот.

2.4.5. СКЗ виброскорости в заданной полосе частот.

2.4.6. СКЗ виброперемещения в заданной полосе частот, приведенное размаху сигнала.

Размах - удвоенная амплитуда сигнала. При этом измеренное СКЗ виброперемещения домножается на поправочный коэффициент. Коэффициент выбирается так, чтобы при синусоидальном сигнале полученное значение соответствовало размаху сигнала с измеренным СКЗ.

2.4.7. Возможности задания полос расчета СКЗ.

Все СКЗ считаются по соответствующему спектру сигнала.

- **Общая вибрация** (с индексом «*e*») – считается во всей полосе частот.

Вся полоса частот задается в меню «Настройки» прибора частотами «*F_{нижн}*» и «*F_{верх}*».

Эти частоты не могут выходить за частотный диапазон измерения вибрации измерительным блоком (см. п.п.2.5).
- **Низкочастотная вибрация** (с индексом «*нч*») – считается для полосы частот от «*F_{нижн}*» до $0.75 \pm \langle F_{об} \rangle$.

«*F_{об}*» в зависимости от установленного режима работы может либо задаваться в меню «Настройки» как «*F_{базов}*», либо измеряться по каналу датчика оборотов.
- **Гармонические составляющие вибрации.**

В этом случае полоса расчета СКЗ задается как $0.77 \cdot k \cdot F_{об} \dots 1.23 \cdot k \cdot F_{об}$, т.е. она приблизительно является третьоктавной. Здесь:

k - коэффициент гармоники, который может задаваться в меню «Сервис» в диапазоне 0.01 ... 10.24 с разрешением 0.01.

«*F_{об}*» в зависимости от установленного режима работы может либо задаваться в меню «Настройки» как «*F_{базов}*», либо измеряться по каналу датчика оборотов.

Ширина полосы не может быть менее ± 3 гармоник от центральной частоты.

При расчете нижней границы полосы она приводится к ближайшей нижней гармонике, а верхняя граница полосы – к ближайшей верхней гармонике. Таким образом минимальная ширина полосы составляет 8 гармоник (6.1 Гц для диапазона 0.6 ... 390 Гц и 1.526 Гц для диапазона 2.3 ... 1580 Гц).

2.5. Частотный диапазон (без учета датчика).

2.5.1. Возможна работа прибора в 2-х частотных диапазонах – 2.3 ... 1580 Гц и 0.6 ... 390 Гц. Выбор нужного диапазона производится при настройке прибора пользователем.

2.5.2. АЧХ для диапазона **2.3...1580** Гц (реально **2.3...1562.5** Гц), см. график Приложение 1.

Частота, Гц	2.3	3	4 ... 760	1000	1050	1080	1140
Отклонение	-11.0 %	-0.5 %	0.0 %	-0.2 %	-0.5 %	-1.0 %	-4.4 %
Частота, Гц	1170	1240	1410	1490	>1560		
Отклонение	-8.6 %	-2.8 дБ	-19.8 дБ	-39.0 дБ	> -72.2 дБ		

2.5.3. АЧХ для диапазона **0.6...390** Гц (реально **0.6...390.6** Гц), см. график Приложение 2.

Частота, Гц	0.6	0.7	0.8	1.4	2.2	3.3 ... 60	90
Отклонение	-12.7 %	-5.4 %	3.2 %	-1.0 %	-0.2 %	0.0 %	-0.2 %
Частота, Гц	103	116	166	194	260	390	426
Отклонение	-0.5 %	-1.0 %	-5.1 %	-9.8 %	-3.0 дБ	-14.4 дБ	-20 дБ
Частота, Гц	507		555	> 580			
Отклонение	-40.0 дБ		-60.2 дБ	< -72.2 дБ			

2.6. Диапазон измерения параметров вибрации (при чувствительности датчика 10 мВ / (м/с²)).

2.6.1. **По виброускорению** – измеряется СКЗ (среднеквадратичное значение) в м/с².

- Минимально возможный диапазон – 0.01 ... 43.9 м/с².
Максимальная граница диапазона дана для чисто гармонического (синусоидального) сигнала на входе, это максимально возможное значение СКЗ для каждой гармоники в спектре сигнала. Нижняя граница диапазона – разрешение при выводе на экран. При передаче на ПК разрешение составляет около 1.9 мм/с² при уровне шума порядка 4 мм/с² (без учета шума датчика).
- Максимально возможное измеряемое значение – 62.5 м/с².
Определяется разрядной сеткой представления чисел.
- Формат отображения – 3 значащих цифры.
Т.е. до 9.99 м/с² - два знака после запятой, а начиная с 10.0 м/с² – один. 1.

2.6.2. **По вибро скорости** – измеряется СКЗ (среднеквадратичное значение) в мм/с.

- Максимально возможное измеряемое значение – 884 мм/с.
- Нижняя граница диапазона измерения – 0.01 мм/с – разрешение при выводе на экран. Реальное разрешение составляет порядка 0.015 мм/с и определяется разрядной сеткой представления чисел.
- Минимально возможная верхняя граница диапазона определяется частотой сигнала (т.е. это максимальное измеряемое значение СКЗ чисто гармонического сигнала). А именно:
 - До 7.9 Гц – ограничена максимально возможным отображаемым значением – 884 мм/с.
 Далее, значение ограничено максимально допустимым значением виброускорения:
 - На 16 Гц – 436 мм/с.
 - На 80 Гц – 87.3 мм/с.
 - На 160 Гц – 43.6 мм/с.
 - На 390 Гц – 17.9 мм/с.
 - На 1 кГц – 6.98 мм/с.
 - На 1.5 кГц – 4.65 мм/с.
- Формат отображения – 3 значащих цифры.
Т.е. до 9.99 м/с² - два знака после запятой, от 10.0 м/с² до 99.9 м/с² – один, а начиная с 100 м/с² – выводится целое значение.

2.6.3. **По виброперемещению** – измеряется размах (удвоенная амплитуда) сигнала в мкм.

- Максимально возможное измеряемое значение – 19352 мкм.
- Нижняя граница диапазона измерения – 1 мкм – разрешение при выводе на экран. Реальное разрешение составляет порядка 0.12 мкм и определяется разрядной сеткой представления чисел.
- Минимально возможная верхняя граница диапазона определяется частотой сигнала (т.е. это максимальный измеряемый размах чисто гармонического сигнала). А именно:
 - До 12.75 Гц – ограничена максимально возможным отображаемым значением – 19352 мкм.
 Далее значение ограничено максимально допустимым значением виброускорения:
 - На 16 Гц – 12287 мкм.
 - На 80 Гц – 491 мкм.
 - На 160 Гц – 122 мкм.
 - На 390 Гц – 21 мкм.
 - На 1 кГц – 3 мкм.
 - При частотах свыше 1.31 кГц – 0 мкм.

3. Канал датчика частоты вращения.

3.1. Штатный датчик (поставляемый с прибором) – оптический.

По согласованию с Заказчиком могут поставляться датчики другого типа и принципа действия.

3.1.1. Тип ДВО – 0.2 м.

3.1.2. Расстояние до метки – 10 ... 100 мм при метке из светоотражающей бумаги размером 10 · 20 мм.

3.1.3. Напряжение питания 5.0 В \pm 10% при токе потребления 50 мА.

При подключении к прибору потребляемая датчиком мощность составляет 300 ... 410 мВт (с учетом КПД преобразователя напряжения для датчика, установленного в приборе).

3.2. Прибор может работать с датчиками других типов со следующими характеристиками:

3.2.1. Напряжение питания датчика 5 В.

3.2.2. Выходной сигнал датчика не менее 3 В при токе нагрузки не менее 4 мА.

Штатно прибор рассчитан на выходной сигнал с датчика 5В при токе нагрузки до 10 мА.

3.3. Характеристики канала без учета датчика.

3.3.1. Минимальное измеряемое значение – 1.1 Об/мин (0.019 Гц).

3.3.2. Максимальное измеряемое значение:

- 1'248'480 Об/мин. (20.8 кГц) для частотного диапазона 2.3...1580 Гц.

- 313'935 Об/мин. (5.23 кГц) для частотного диапазона 0.6...390 Гц.

3.3.3. Разрешение при отображении значений:

- 0.1 при значениях до 1000.0 и 1 при больших или равных значениях.

4. Стробоскоп.

4.1. Питание от аккумуляторов или батареек типа «ААА» (3 шт.) устанавливаемых в стробоскоп.

4.2. Сквасжность (длительность вспышки) – 1/64 от оборотной частоты.

4.3. Режимы работы.

4.3.1. На заданной частоте.

- Стробоскоп работает на частоте «F_{базов}», задаваемой оператором.

4.3.2. На частоте, определяемой по каналу датчика оборотов.

- Сигнал стробоскопа формируется по приходу фронта тахосигнала (от переднего края метки для таходатчика).

- Задержка вспышек стробоскопа определяется инерционностью датчика оборотов и стробоскопа.

4.3.3. На частоте максимальной гармоники вибросигнала в заданной полосе.

При этом заданная полоса может быть:

- либо «ШП» - т.е. во всем выбранном частотном диапазоне работы прибора (см.п.п. 2.5.),

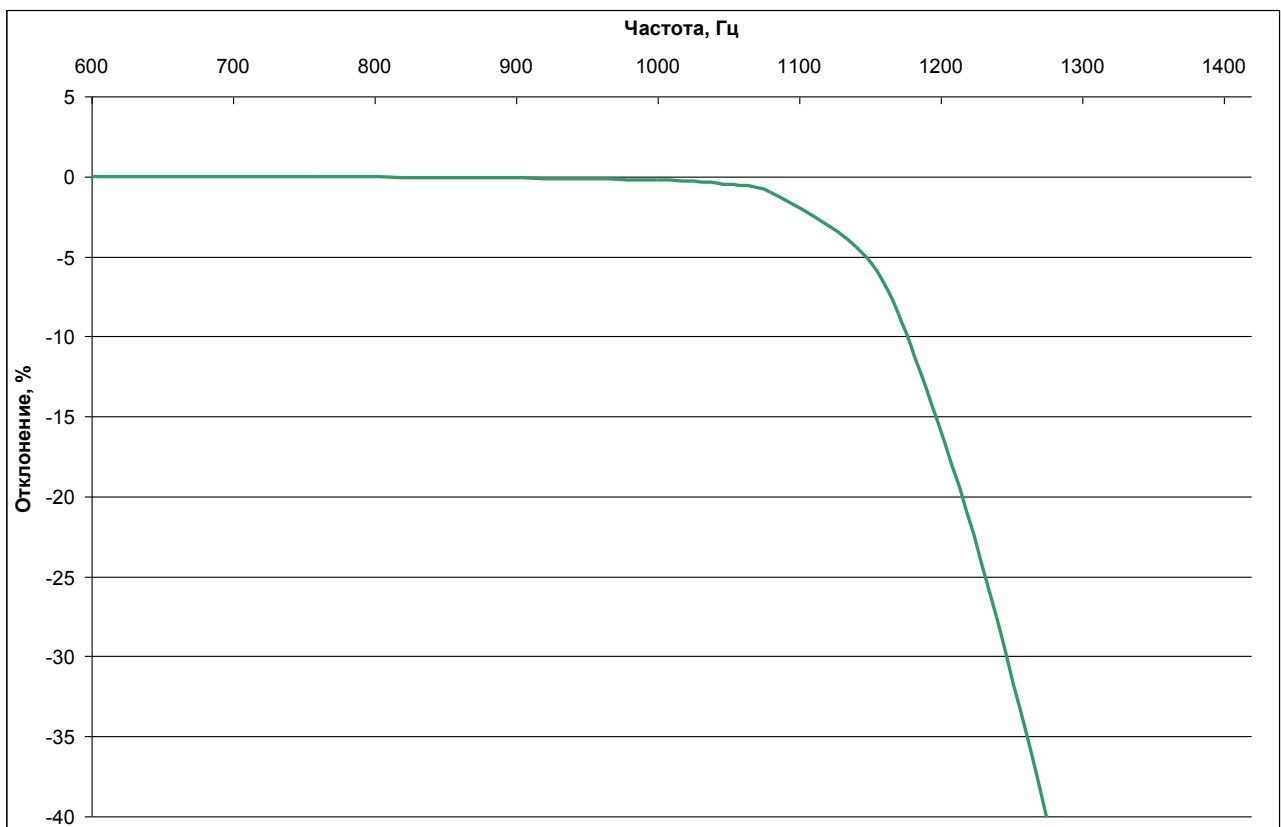
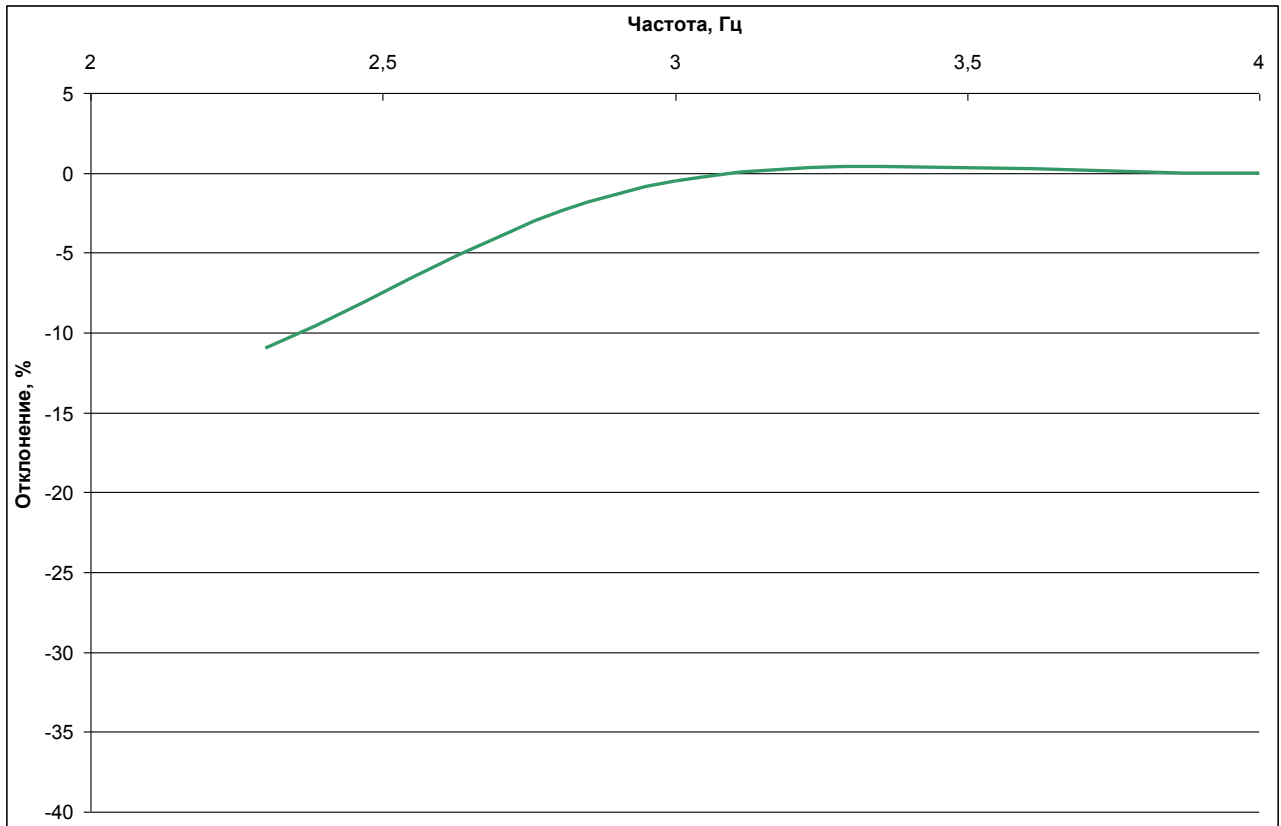
- либо «УП» - т.е. в диапазоне частот \pm 25% от заданной «F_{базов}».

«F_{базов}» задается в меню «Настройки».

Начало вспышки стробоскопа приблизительно соответствует моменту пересечения нуля (из минуса в плюс) максимальной гармоники вибросигнала в заданной полосе частот.

Частота максимальной гармоники определяется по предшествующему измерительному интервалу. В связи с этим на нестабильной частоте вращения или слабом сигнале метка может «плыть» с возвратом скачком к точке с нулевой фазой.

АЧХ для диапазона 2.3...1580 Гц



АЧХ для диапазона 0.6...390 Гц

