

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ИЦРМ»



_____ **М. С. Казаков**

_____ **2019 г.**

Вибропреобразователи КД612, КД618, КД619, КД650, КД6407

Методика поверки

КОМД.433642.006 МП

г. Москва

2019 г.

Содержание

1 Вводная часть	3
2 Операции поверки	5
3 Средства поверки	5
4 Требования к квалификации поверителей	6
5 Требования безопасности	6
6 Условия поверки.....	7
7 Подготовка к поверке.....	7
8 Проведение поверки.....	7
9 Оформление результатов поверки.....	11

1.1 Вводная часть

1.2 Настоящая методика поверки распространяется на вибропреобразователи КД612, КД618, КД619, КД650, КД6407 (далее – вибропреобразователи), и устанавливает методы, а также средства их первичной и периодической поверок.

1.3 При наличии соответствующего заявления от владельца вибропреобразователей допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов, с указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Интервал между поверками 3 года.

1.5 Основные метрологические характеристики приведены в таблицах 1-5.

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики вибропреобразователей КД612

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений виброускорения (СКЗ)*, m/s^2	от 0,1 до 490
Диапазон рабочих частот при измерении виброускорения, Гц	от 0,7 до 10 000
Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 45 Гц, $mB/m \cdot c^{-2}$	10,2
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %	$\pm 5,0$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот: – от 2 до 7 000 Гц, % – от 1,2 до 8 000 Гц, % – от 0,7 до 10 000 Гц, дБ	± 5 ± 10 ± 3
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте 45 Гц, %, не более	5,0
Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте 45 Гц, %	$\pm 1,0$
Примечание - * - здесь и далее, СКЗ – среднеквадратическое значение	

Таблица 2 – Основные метрологические характеристики вибропреобразователей КД618

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений виброускорения (СКЗ), m/s^2	от 0,1 до 490
Диапазон рабочих частот при измерении виброускорения, Гц	от 2 до 10 000
Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 45 Гц, $mB/m \cdot c^{-2}$	10,2
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %	$\pm 5,0$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот: – от 3 до 8 000 Гц, % – от 2 до 10 000 Гц, %	± 5 ± 10
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте 45 Гц, %, не более	5
Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте 45 Гц, %	$\pm 1,0$
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от действительного значения в диапазоне рабочих температур, %	$\pm 5,0$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Напряжение смещения при температуре +20 °С, В	12±0,1
Диапазон измерений температуры, °С	от -40 до +120
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±4

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики вибропреобразователей КД619

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений виброускорения (СКЗ), м/с ²	от 0,1 до 490
Диапазон рабочих частот при измерении виброускорения, Гц	от 2 до 10 000
Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 45 Гц, мВ/м·с ⁻²	10,2
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %	±5,0
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот от 2 до 10 000 Гц, %	±5
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте 45 Гц, %, не более	5
Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте 45 Гц, %	±1,0

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики вибропреобразователей КД650

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений виброускорения (пик)*, м/с ²	от 0,1 до 80
Диапазон рабочих частот при измерении виброускорения, Гц	от 10 до 4000
Номинальный коэффициент преобразования на базовой частоте 2000 Гц, мА/м·с ⁻²	0,2
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения, %	±5,0
Диапазон выходного сигнала силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот от 10 до 4000 Гц, дБ	±3,0
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте 2000 Гц, %, не более	10,0
Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте 2000 Гц, %	±1,0
Примечание - * - амплитудное (или пиковое значение) значение виброускорения	

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики вибропреобразователей КД6407

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений виброускорения для динамического (вольтового) выхода (СКЗ), м/с ²	от 0,5 до 150
Диапазоны измерений виброскорости для токового выхода (СКЗ), мм/с	от 0,1 до 12,7 от 0,1 до 25,4 от 0,1 до 50,8 от 0,1 до 76,2

Продолжение таблицы 5

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, Гц - при измерении виброускорения - при измерении виброскорости	от 2 до 3000 от 2 до 1000
Номинальный коэффициент преобразования по динамическому (вольтовому) выходу на базовой частоте 79,6 Гц, мВ/м·с ⁻²	10,2
Номинальный коэффициент преобразования по токовому выходу на базовой частоте 79,6 Гц, мкА/мм·с ⁻¹	1260 630 315 210
Пределы допускаемого отклонения коэффициента преобразования от номинального значения на базовой частоте 79,6 Гц, %	±5,0
Диапазон выходного сигнала силы постоянного тока, пропорциональных измеряемой виброскорости, мА	от 4 до 20
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в диапазоне частот: – при измерении виброскорости от 2 до 1 000 Гц, %, не более – при измерении виброускорения от 5 до 1 600 Гц, %, не более – при измерении виброускорения от 2 до 3 000 Гц, %, не более	±5 ±5 ±10
Относительный коэффициент поперечного преобразования на базовой частоте 79,6 Гц, %, не более	10,0
Нелинейность амплитудной характеристики на базовой частоте 79,6 Гц, %	±3,0

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	Да	Нет
Опробование	8.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.4	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки вибропреобразователь бракуют и его поверку прекращают.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 7.

3.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь действующие документы о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых вибропреобразователей с требуемой точностью.

Таблица 7

№	Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Основные средства поверки			
1	Станция для калибровки преобразователей вибрации	8.3, 8.4	Станция для калибровки преобразователей вибрации 9155, рег. № 45699-10
2	Мультиметр	8.3, 8.4	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
3	Термометр эталонный	8.4.5	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-9-2, рег. № 65421-16
4	Термометр цифровой	8.4.5	Термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005/М3, рег. № 40719-15
Вспомогательные средства поверки (оборудование)			
5	Камера климатическая	8.4.5	Камера климатическая СМ-70/180-250 ТВХ, диапазон воспроизведений температуры от -70 до +180 °С
6	Установка для проверки параметров электрической безопасности	8.2	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12
7	Термогигрометр электронный	8.1 – 8.4	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09
8	Источник питания постоянного тока	8.1 - 8.4	Источник питания постоянного тока GPR-73060D, рег. № 55898-13

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускают лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

4.2 К проведению поверки допускают лица, изучившие эксплуатационные документы поверяемых вибропреобразователей и применяемых средств поверки, имеющие навык работы на персональном компьютере.

4.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до и выше 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемых вибропреобразователей необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

– подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью кабеля или адаптера и сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;

- заземление должно производиться посредством заземляющего провода или сетевого адаптера, предназначенного для данного оборудования;
- средства поверки и вспомогательные средства должны иметь защитное заземление;
- запрещается работать с оборудованием при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с поверяемым вибропреобразователем в условиях температуры и влажности, выходящих за допустимые значения, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с поверяемым вибропреобразователем в случае обнаружения его повреждения.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

6.2 Для контроля температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха использовать термогигрометр электронный «CENTER» модель 313.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационные документы на поверяемые вибропреобразователи и установить параметры вибропреобразователей при помощи программатора КД-02304/17 согласно руководства по эксплуатации;
- выдержать вибропреобразователи в условиях окружающей среды, указанных в п. 6.1, не менее 1 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1;
- подготовить к работе средства поверки и выдержать во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации;

7.2 Для питания вибропреобразователей использовать источник питания постоянного тока GPR-73060D.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого вибропреобразователя следующим требованиям:

- комплектность и маркировка должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- не должно быть механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и разъемов.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции выполнять в следующем порядке:

- 1) Подготовить установку для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее – GPT-79803) в соответствии с руководством по эксплуатации.

2) Измерить электрическое сопротивление изоляции путем приложения напряжения постоянного тока равного 500 В в течение 1 мин между выводом А и корпусом, между выводом В и корпусом.

Результаты проверки считать положительными, если все измеренные значения сопротивления изоляции не менее 100 МОм.

8.3 Опробование

Опробование проводить в следующей последовательности:

- 1) Подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с ЭД.
- 2) Подготовить станцию для калибровки преобразователей вибрации 9155 (далее – 9155) к работе в соответствии с ЭД.

3) Вибропреобразователь устанавливают на вибростол таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростола, соединяют выход вибропреобразователя с входом мультиметра 3458А (далее – мультиметр).

4) На вибростенде из состава 9155 воспроизводят виброускорение амплитудой 10 м/с² на базовой частоте (в зависимости от поверяемого вибропреобразователя).

5) Наблюдать пропорциональную зависимость изменения сигнала на мультиметре.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если при воспроизведении виброускорения на вибростенде на мультиметре наблюдается пропорциональная зависимость.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение отклонения коэффициента преобразования от номинального значения при измерении виброускорения проводить в следующей последовательности:

- 1) Подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с ЭД.
- 2) Подготовить мультиметр и 9155 к работе в соответствии с ЭД.
- 3) Вибропреобразователь установить на вибростол из состава 9155 таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности вибропреобразователя совпадало с направлением колебаний вибростола, соединить выход вибропреобразователя со входом мультиметра.

4) На вибростенде воспроизвести виброускорение амплитудой 10 м/с² (или виброскорость 10 м/с только для вибропреобразователя КД6407 для определения отклонения коэффициента преобразования по токовому выходу) на базовой частоте (в зависимости от поверяемого вибропреобразователя).

5) Определить действительное значение коэффициента преобразования по формулам (1) для вибропреобразователей КД6407 и КД650, (2) для вибропреобразователей КД612, КД618, КД619:

$$K_D = \frac{X_A - X_{CM}}{X_D} \quad (1)$$

где X_D – значение виброускорения (или виброскорости), заданное на 9155, м/с² (мм/с);

X_A – измеренное значение силы постоянного тока на выходе вибропреобразователя, мА;

X_{CM} – значение силы постоянного тока смещения ($X_{CM} = 4$), мА.

$$K_D = \frac{X_A}{X_D} \quad (2)$$

где X_d – значение ускорения, заданное на эталонной установке, м/с^2 ;
 X_A – измеренное значение напряжения постоянного тока на выходе вибропреобразователя, мВ.

б) Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения вычисляют по формуле (3):

$$\delta = \frac{K_d - K_H}{K_H} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

где K_H – паспортное (номинальное) значение коэффициента преобразования, испытываемого вибропреобразователя, $\text{мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$ (или $\text{мА/м}\cdot\text{с}^{-2}$, $\text{мкА/мм}\cdot\text{с}^{-1}$).

Результаты проверки считать положительными, если полученное значение отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения не превышает предельно допустимого значения, указанного в таблицах 1-5.

8.4.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) проводить в следующей последовательности:

- 1) Подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с ЭД.
- 2) Подготовить мультиметр и 9155 к работе в соответствии с ЭД.
- 3) Вибропреобразователь установить на вибростол, соединить выход вибропреобразователя с входом мультиметра.

4) На вибростенде воспроизвести виброускорение определенной амплитуды (например, 10 м/с^2 при измерении виброускорения или 10 мм/с при измерении виброскорости для определения неравномерности АЧХ для токового выхода КД6407) на восьми точках диапазона частот переменного тока, равномерное распределенных внутри диапазона.

- 5) Амплитуду колебаний поддерживать постоянной.
- 6) Определить действительное значение коэффициента преобразования по формуле (1) или (2) при каждом значении частоты.
- 7) Неравномерность амплитудно-частотной характеристики определить по формуле (4):

$$\gamma_i = 20 \lg \frac{X_i}{X_d} \quad (\text{дБ}) \quad (4)$$

где X_i – измеренное значение силы (напряжения) постоянного тока на выходе вибропреобразователя на одной из указанных выше частот, мА (В, мВ);

I_d – значение силы (напряжения) постоянного тока на выходе вибропреобразователя на базовой частоте, мА (В, мВ).

8) За неравномерность АЧХ вибропреобразователя принимают максимальное значение, вычисленное по формуле (5).

$$\gamma = |\gamma_i|_{\max} \quad (5)$$

Результаты проверки считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ не превышают предельно допустимого значения, указанного в таблицах 1-5.

8.4.3 Определение нелинейности амплитудной характеристики проводить в следующей последовательности:

- 1) Подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с ЭД.
- 2) Подготовить мультиметр и 9155 к работе в соответствии с ЭД.
- 3) Определение нелинейности амплитудной характеристики определять на базовой частоте на восьми точках диапазона измерения виброускорения (или виброскорости для токового выхода КД6407), равномерно распределенных внутри диапазона измерений.

4) Испытываемый вибропреобразователь установить на вибростол и подсоединить выход вибропреобразователя к входу мультиметра.

5) Последовательно задать значения виброускорения (или виброскорости для токового выхода КД6407) равномерно распределённых внутри диапазона измерений и определить коэффициент преобразования для каждого значения виброускорения по формуле (1) или (2).

6) Определить среднее арифметическое значение коэффициента преобразования вибропреобразователя по формуле (6):

$$K_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{Дj}}{n} \quad (6)$$

где n – число значений, задаваемых виброускорения (или виброскорости).

Для каждого значения задаваемых виброускорений определить значение нелинейности амплитудной характеристики δ_i^{en} коэффициента преобразования $K_{Дi}$, от среднего арифметического значения K_{cp} по формуле (7):

$$\delta_i^{en} = \frac{K_{Дi} - K_{cp}}{K_{cp}} 100 (\%) \quad (7)$$

За нелинейность амплитудной характеристики вибропреобразователя δ_i^{en} принимать максимальное значение, вычисленное по формуле (8):

$$\delta_i^{en} = \left| \delta_i^{en} \right|_{\max} \quad (8)$$

Результаты проверки считать положительными, если полученные значения нелинейности не превышают предельно допустимого значения, указанного в таблицах 1 - 5.

8.4.4 Определение относительного коэффициента поперечного преобразования проводить в следующей последовательности:

1) Подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с ЭД.
2) Подготовить мультиметр и 9155 к работе в соответствии с ЭД.
3) Подготовить специальное поворотное устройство, обеспечивающее поворот вибропреобразователя вокруг его оси чувствительности на 360° с интервалом не более 30° .

4) Закрепить поворотное устройство на вибростоле.

5) Закрепить вибропреобразователь на поворотном устройстве и подсоединить выход вибропреобразователя к входу мультиметра.

6) На вибростенде воспроизвести виброускорение амплитудой 10 м/с^2 (или 10 мм/с при измерении виброскорости для токового выхода КД6407) на базовой частоте (в зависимости от поверяемого вибропреобразователя).

7) После каждого i -ого измерения изменять положения вибропреобразователя на 30° , закрепляя его на поворотном устройстве.

8) Рассчитать значение коэффициента преобразования для каждого положения вибропреобразователя, соответствующего повороту вокруг оси чувствительности на 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° , 180° , 210° , 240° , 270° , 300° , 330° по формуле (1) или (2).

9) Вычислить относительный коэффициент поперечного преобразования по формуле (9):

$$K_{\Pi} = \frac{K_i}{K} \cdot 100\% \quad (9)$$

где K – действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя, $\text{мкА/м}\cdot\text{с}^{-2}$ ($\text{мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$);

K_i – значение коэффициента преобразования в i -ом измерении для каждого положения вибропреобразователя, $\text{мкА/м}\cdot\text{с}^{-2}$ ($\text{мВ/м}\cdot\text{с}^{-2}$).

Результаты проверки считать положительными, если полученные значения относительного коэффициента поперечного преобразования не превышает значений, указанного в таблицах 1 - 5.

8.4.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры (только для вибропреобразователей КД618) осуществляется в следующей последовательности:

1) Подготовить вибропреобразователь к работе в соответствии с ЭД.
2) Подготовить мультиметр, камеру климатическую СМ-70/180-250 ТВХ (далее по тексту – камера), термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ-9-2 (далее по тексту – термометр) и термометр цифровой эталонный ТЦЭ-005 (далее по тексту – ТЦЭ) к работе в соответствии с их ЭД.

3) Поместить поверяемый вибропреобразователь и термометр в камеру в непосредственной близости друг от друга.

4) Подключить термометр к ТЦЭ.

5) При помощи камеры поочередно установить 5 значений температуры равномерно распределённых по диапазону измерений (для каждой поверяемой отметки при измерении температуры необходимо выдержать поверяемый вибропреобразователь и термометр в течении времени необходимого для установления показаний).

6) Провести измерение температуры в каждой точки установленной при выполнении операции 5) при помощи поверяемого преобразователя и термометра совместно с ТЦЭ.

7) Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений температуры ΔT , °С, для каждой поверяемой отметки по формуле (10).

$$\Delta T = T_{изм} - T_{эт} \quad (10)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, измеренное при помощи вибропреобразователя, °С;

где $T_{эт}$ – значение температуры, измеренное при помощи термометра совместно с ТЦЭ, °С;

Результаты проверки считать положительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры не превышает значений, указанных в таблице 2.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение поверенного средства измерений;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств поверки (со сведениями о поверке последних);
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты каждой из операций поверки согласно таблице 2.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты операций поверки указывать на оборотной стороне свидетельства о поверке.

9.2 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с действующей нормативной документацией.

9.3 При отрицательном результате поверки, выявленных при любой из операций поверки, описанных в таблице 2, выдается извещение о непригодности в соответствии с действующей нормативной документацией.

Заместитель начальника отдела испытаний
ООО «ИЦРМ»



Ю.А. Винокурова