

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

04 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КАНАЛЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КД722

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-06-2023

г. Москва
2023 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на каналы измерительные КД722 (далее - каналы), изготовленные ООО «Комдиагностика» и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Каналы измерительные КД722 состоят из первичного вибропреобразователя (далее - датчик), которые выпускаются в модификациях КД719 и КД719м, и вторичного преобразователя вибрации КД721 (далее – ВП). Датчики модификации КД719 и КД719м отличаются конструктивным исполнением и диапазоном измерений ударных импульсов.

Датчик представляет собой пьезоэлектрический акселерометр со встроенным блоком электроники. Встроенный блок электроники датчика состоит из усилителя заряда, полосовых фильтров и термистора. Принцип действия датчика в режиме измерений параметров вибрации основан на использовании прямого пьезоэлектрического эффекта, заключающегося в появлении электрического заряда на пьезоэлектрической пластине, пропорционального ускорению, воздействующему на датчик. Электрический сигнал от датчика поступает на вторичный преобразователь, где проходит через фильтр нижних частот 10 кГц для измерений СКЗ виброускорения и 1 кГц для измерений СКЗ виброскорости (после интегратора).

Принцип действия каналов в режиме измерений температуры основан на измерении и преобразовании электрического сопротивления встроенного термочувствительного элемента термисторного типа (NTC).

Вторичный преобразователь представляет собой электронный блок со входом по напряжению. Датчик подключается к вторичному преобразователю через интерфейс ICP и искробезопасный барьер, встроенный в ВП. Вторичный преобразователь передает измерительную информацию по протоколу Modbus-RTU.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого СИ к следующим Государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 58-2018 «Государственный первичный эталон единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела»;

- ГЭТ 34-2020 – Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С;

- ГЭТ 35-2021 – Государственный первичный эталон единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К.

При проведении поверки в качестве средств поверки должен использоваться эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772, и эталон по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод прямых измерений и метод сличения с эталонным термометром (при определении абсолютной погрешности измерений температуры).

Методика поверки допускает возможность проведения поверки меньшего количества измерительных каналов средства измерений для меньшего числа измеряемых величин и поддиапазонов измерений.

1. Перечень операций поверки средства измерений.

1.1 При проведении первичной и периодической поверок каналов измерительных КД722 выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
Определение допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости	9.1	да	да
Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонения от номинального значения	9.2	да	да
Определение нелинейности амплитудной характеристики	9.3	да	да
Определение неравномерности частотной характеристики	9.4	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	9.5	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с п. 11.2.

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха: 20 ± 5 °С
- относительная влажность окружающего воздуха до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.).

2.2 Перед проведением поверки оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

2.3 Средства поверки, вспомогательные средства и поверяемое средство измерений должны иметь защитное заземление.

3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

3.1. К поверке допускаются лица имеющие необходимые навыки по работе с подобными средствами измерений, включая перечисленные в таблице 2, и ознакомленными с эксплуатационной документацией на каналы измерительные КД722 и данной методикой поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки.

4.1. При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7.2	Средства измерений температуры от -10 °С до +60 °С с погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с погрешностью не более ± 3 %; Средства измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1-9.4	Поверочная виброустановка 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 27 декабря 2018 г. № 2772 в диапазоне значений виброускорения от 0,1 до 490 м/с ² в диапазоне частот от 2 до 10000 Гц	Установка для поверки и калибровки виброизмерительных преобразователей 9155 (рег. № 68875-17)
9.5	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда (и выше) по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253 в диапазоне измерений температуры от -40 до +120 °С	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (рег. № 19916-10) и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11; измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05, рег. № 46432-11 и др.
	Термостаты жидкостные с диапазоном воспроизводимых температур от -40 до +120 °С, нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого канала	Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ, (рег. № 39300-08). Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (рег. № 33744-07) и др
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, при этом обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

5.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5.2. При работе с средствами поверки и поверяемым средством измерений должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующей эксплуатационной документации.

6. Внешний осмотр средства измерений

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, датчик считается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Все средства измерений должны быть прогреты и подготовлены к работе в соответствии со своим руководством по эксплуатации.

7.2. Проверяют условия проведения поверки на соответствие требованиям п. 2.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 3 через вкладку «Подробно» в свойствах к файлу программного обеспечения.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	KD722 Config 1.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-

9. Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1. Определение допускаемой относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости.

Устанавливают датчик КД719 (КД719М) из состава канала измерительного КД722 на эталонную виброустановку в соответствии с эксплуатационной документацией и подключают выход датчика ко вторичному преобразователю КД721. Вторичный преобразователь КД721 по протоколу Modbus-RTU подключают к ПК.

С помощью эталонной виброустановки задают СКЗ виброскорости в соответствии с таблицей 4 и определяют относительную погрешность по формуле (1):

$$\Delta = \frac{V_{изм} - V_{эт}}{V_{эт}} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где $V_{эт}$ – заданное значение виброскорости, мм/с;

$V_{изм}$ – измеренное значение виброскорости, мм/с.

Таблица 4

Частота, Гц	Заданное значение виброскорости, мм/с	Измеренное значение виброскорости, мм/с	Относительная погрешность, %
2	10		
5	10		
10	10		
20	10		

45	0,5		
45	5		
45	10		
45	50		
45	76,2		
80	10		
160	10		
315	10		
630	10		
800	10		
1000	10		

Канал измерительный КД722 считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости не превышают $\pm 10\%$.

9.2. Определение действительного значения коэффициента преобразования и отклонения от номинального значения.

Устанавливают датчик КД719 (КД719м) из состава канала измерительного КД722 на эталонную виброустановку в соответствии с эксплуатационной документацией и подключают через вторичный преобразователь КД721 к эталонной виброустановке.

С помощью эталонной виброустановки задают СКЗ виброускорения равное 10 м/с^2 на базовой частоте и определяют коэффициент преобразования канала измерительного.

Отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения определяют по формуле (2):

$$\Delta = \frac{K_d - K_n}{K_n} \cdot 100\% \quad (2)$$

где K_n – номинальное значение коэффициента преобразования, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$;

K_d – измеренное значение коэффициента преобразования на базовой частоте, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

Канал измерительный КД722 считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения отклонения действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения не превышают $\pm 5\%$.

9.3. Определение нелинейности амплитудной характеристики.

С помощью эталонной виброустановки задают на базовой частоте 45 Гц значения СКЗ виброускорения равные 0,1; 1; 10; 100; 250 и 490 м/с^2 и определяют коэффициент преобразования канала измерительного.

Нелинейность амплитудной характеристики определяют по формуле (3):

$$\delta_n = \frac{K_i - K_d}{K_d} \cdot 100\% \quad (3)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по п. 8.2, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$;

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования в i -той точке измерений, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

Канал измерительный считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения нелинейности амплитудной характеристики не превышают $\pm 3\%$.

9.4. Определение неравномерности частотной характеристики.

С помощью эталонной виброустановки задают СКЗ виброускорения равное 10 м/с^2 при следующих значениях частот: 2; 3; 5; 10; 20; 45; 80; 160; 315; 630; 1000; 2000; 4000; 6000; 8000 и 10000 Гц. На частотах ниже 20 Гц, если технически невозможно получить указанное значение виброускорения, коэффициент преобразования определяют при значениях, достижимых для вибровозбудителя с коэффициентом гармоник движения вибростола не более 10 %, но не меньше нижнего предела измерений канала измерительного.

Неравномерность частотной характеристики определяют по формуле (4):

$$\gamma = \frac{K_j - K_d}{K_d} \cdot 100 \% \quad (4)$$

где K_d – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное по п. 8.2, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$;

K_i – измеренное значение коэффициента преобразования в j -той точке измерений, $\text{мВ}/(\text{м} \cdot \text{с}^{-2})$.

Канал измерительный КД722 считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения нелинейности амплитудной характеристики не превышают $\pm 5 \%$ в диапазоне частот от 5 до 1000 Гц, $\pm 10 \%$ в диапазоне частот от 3 до 5000 Гц и $\pm 3 \text{ дБ}$ в диапазоне частот от 2 до 10000 Гц.

9.5 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры.

Абсолютную погрешность канала измерительного КД722 при измерении температуры находят в следующих температурных точках: $-40^{+5} \text{ }^\circ\text{C}$, $0 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $+50 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $+120.5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Датчик КД719 (КД719м) из состава канала измерительного КД722 погружают в рабочий объем жидкостного термостата (криостата) на одну глубину вместе с эталонным термометром. При этом, эталонный термометр должен быть погружен на нормируемую глубину погружения. Выход датчика КД719 (КД719м) из состава канала измерительного КД722 подключают к вторичному преобразователю КД721. Вторичный преобразователь КД721 по протоколу Modbus-RTU подключают к ПК.

В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате (криостате) требуемую температурную точку.

После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, поверяемым каналом и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и показаний поверяемого канала) снимают показания температуры эталонного термометра T_s и температуры канала $T_{\text{ИЗМ}}$, рассчитывают значение абсолютной погрешности измерений температуры Δ_T для каждой контрольной точки по формуле (5).

$$\Delta_T = T_{\text{ИЗМ}} - T_s \quad (5)$$

Полученные результаты температуры эталонного термометра T_s , температуры канала $T_{\text{ИЗМ}}$ и абсолютной погрешности измерений температуры Δ_T заносят в таблицу 5.

Таблица 5

Контрольная точка, $^\circ\text{C}$	$T_s, \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{\text{ИЗМ}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta_T, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta_{\text{Доп}}, \text{ }^\circ\text{C}$
-35				± 5
0				± 5
40				± 5
80				± 5
115				± 5

Канал измерительный КД722 считается прошедшим поверку по данному пункту методики, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры не превышают ± 5 °С.

10. Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям

Канал измерительный считается пригодным к применению (соответствующим метрологическим требованиям) если он прошел поверку по каждому пункту данной методики поверки и значения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости, отклонения коэффициента преобразования, нелинейности амплитудной и неравномерности частотной характеристики и абсолютной погрешности измерений температуры не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Канал измерительный, прошедший поверку с положительным результатом, признается пригодным и допускается к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

11.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на канал измерительный оформляется извещение о непригодности к применению.

11.3. При проведении поверки в сокращенном объеме обязательно должен указываться объем проведенной поверки.

11.4. Результаты поверки каналов измерительных передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела 204
ФГБУ «ВНИИМС»


А.Г. Волченко

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»


А.А. Игнатов

Инженер 1 категории
ФГБУ «ВНИИМС»


Н.В. Лункин