

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по производственной
метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова Н.В. Иванникова

10 2016 г.

Измерители виброперемещения вихретоковые серий DS, SD и ds

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-13-2016

Москва
2016

Настоящая методика поверки распространяется на измерители виброперемещения вихретоковые серий DS, SD и ds (далее по тексту – измерители).

Документ устанавливает порядок и объём первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – 3 года.

В настоящей методике применены термины по ГОСТ 16819-71, ГОСТ 24346-80, ГОСТ Р 8.669-2009, обозначения единицы по ГОСТ 24347-80.

1 Операции поверки

При проведении поверки измерителей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки.

№ п.п	Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
1.	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2.	Проверка электрического сопротивления изоляции	7.2	Да	Нет
3.	Опробование	7.3	Да	Да
4.	Определение действительного значения коэффициента преобразования.	7.4	Да	Да
5.	Определение неравномерности частотной характеристики.	7.5	Да	Да
6.	Определение нелинейности амплитудной характеристики.	7.6	Да	Нет
7.	Определение допустимой абсолютной погрешности измерений относительного линейного перемещения.	7.7	Да	Да

2 Средства поверки

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

Таблица 2 – Основные средства поверки.

Номера пунктов настоящей методики	Наименование и тип основного средства поверки; обозначение нормативного документа, устанавливающего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3, 7.4, 7.5, 7.6	Поверочная виброустановка 2-го разряда по ГОСТ Р 8.800-2012
7.4, 7.7	Устройство для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме (УПД) (Госреестр 41293-09)

- Вспомогательные средства поверки:
- Мегомметр по ГОСТ 23706 (п.7.2);
 - Вольтметр универсальный (мультиметр), класс точности не ниже 0,5 % (пп. 7.3, 7.4, 7.5, 7.6);
 - Приспособление для установки бесконтактного вихретокового первичного вибропреобразователя (далее – датчика) на поверочную виброустановку (пп. 7.3, 7.4, 7.6);

Примечания:

- 1) Допускается применять другие средства поверки, метрологические и технические характеристики которых удовлетворяют требованиям, указанным в таблице 2.
- 2) Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

3 Требования к квалификации поверителей

К поверке акселерометров допускают лиц:

- прошедших обучение в установленном порядке и аттестованных в качестве поверителей;
- изучивших эксплуатационные документы на поверяемые приборы и настоящую методику;
- имеющих опыт работы со средствами измерений параметров вибрации не менее одного года.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

- средства поверки и поверяемые измерители, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление; не допускается использовать в качестве заземления корпуса силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления;
- лица, допущенные к поверке, должны пользоваться средствами индивидуальной защиты от акустического шума (наушниками), которые снижают уровень шума не менее чем на 20 дБ;
- помещение для проведения поверочных работ должно иметь звукоизоляцию в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.036;
- помещение для проведения поверочных работ должно соответствовать группе 2 или 3 по ГОСТ 12.1.003;
- меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0, правил по охране труда.

4.2 Установку и подключение средств поверки, поверяемых измерителей, а также вспомогательного оборудования проводят при выключенном источнике питания.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18°C до 25°C;
- относительная влажность воздуха от 35% до 80%;
- атмосферное давление не установлено;
- напряжение питания промышленной сети от 215,6 до 224,4 В;
- частота переменного напряжения промышленной сети от 49,5 до 50,5 Гц;
- уровень звукового давления не более 65 дБ;
- уровни внешних электрических и магнитных полей, а также воздействие вибрации в месте установки измерительного прибора виброметра, согласующих и измерительных средств вихретокового преобразователя не должны превышать норм, установленных нормативными документами на них.

6 Подготовка к поверке

6.1 Первичной и периодической поверке подвергается каждый измеритель, независимо от объема партии, предъявленной на поверку.

6.2 Поверка проводится только комплектно, т.е. для датчика с соединительным кабелем и осциллятором из одного, "своего", комплекта поставки. При поверке измерителя не допускается использовать датчик, осциллятор или кабель из разных комплектов измерителей.

Если в поверку представлены датчик без соединительного и/или без осциллятора, то в свидетельстве о поверке должны быть указаны тип/модель и заводские номера соединительного кабеля и осциллятора с которыми проводилась поверка.

6.3 Эталонные, рабочие и вспомогательные средства поверки подготавливают к поверке в соответствии с требованиями, установленными эксплуатационными документами на них.

6.4 Поверяемый измеритель и средства поверки должны быть выдержаны в условиях проведения поверки не менее 2 часов

6.5 Очистить рабочую поверхность стола вибростенда от загрязнений, при их наличии. Рекомендуются также обезжирить рабочую поверхность стола вибростенда с помощью спирта этилового или аналогичного средства.

6.6 На рабочую поверхность стола вибростенда устанавливают тест-объект из стали марки 40ХН2МА из комплекта устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД.

Над поверхностью тест объекта, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.669-2009, используя специальное приспособление устанавливают датчик измерителя. Удлинительным кабелем из комплекта поставки соединяют датчик и блок согласующий (осциллятор) измерителя. К осциллятору подключают универсальный вольтметр и источник питания.

6.7 Проверить наличие паспортов наверяемые измерители и на средства измерений, применяемые при поверке. Проверить наличие действующих свидетельств о поверке средств поверки.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие измерителя следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений корпуса, соединительных кабелей и электрических разъемов, влияющих на работоспособность измерителя;
- соответствие комплектности и маркировки требованиям, установленным в паспорте на измеритель;
- поверхность защитного колпачка датчика измерителя не должна иметь загрязнений и сколов/трещин;
- резьбовые части измерителя и электрических разъемов не должны иметь видимых повреждений.

7.1.1 В случае несоответствия измерителя хотя бы одному из вышеуказанных требований поверку не проводят до устранения выявленных дефектов. Если дефекты устранить невозможно, измеритель бракуют.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции.

Между соединенными вместе выходными контактами датчика измерителя и его корпусом подключают мегомметр. Испытательное напряжение устанавливают равным 45 В и измеряют электрическое сопротивление.

7.2.1 Значение электрического сопротивления изоляции должно быть не менее указанного в паспорте измерителя.

7.3 Опробование

7.3.1 На рабочий стол вибростенда устанавливают тест-объект из стали марки 40ХН2МА из комплекта устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД. Устанавливают датчик измерителя на вибростенд в соответствии с п 6.6 таким образом, чтобы направление главной оси чувствительности совпадало с направлением колебаний вибростола.

7.3.2 В соответствии с руководством по эксплуатации подключают датчик соединительным кабелем из комплекта поставки к входу осциллятора. К выходу осциллятора подключают универсальный вольтметр. К соответствующим контактам осциллятора подключают источник питания.

7.3.3 Включают и прогревают поверяемый измеритель, приборы измерительной цепи и поверочной виброустановки.

7.3.4 С помощью вольтметра фиксируют уровень помех на выходе осциллятора.

7.3.5 Подают напряжение от генератора через усилитель мощности на вибровозбудитель. Частота подаваемого напряжения не должна превышать 0,25 максимального значения рабочего диапазона частот поверяемого измерителя.

7.3.6 Плавно увеличивают напряжение на подвижной катушке вибровозбудителя до тех пор, пока сигнал на выходе измерителя (осциллятора) не превысит уровень помех на 20 дБ (в 10 раз), что служит критерием работоспособности измерителя.

7.4 Определение действительного значения коэффициента преобразования

7.4.1 Датчик поверяемого измерителя устанавливают на вибровозбудитель в соответствии с указаниями п 6.6 таким образом, чтобы направление его главной оси чувствительности совпадало с направлением колебаний вибростола.

7.4.2 На рабочем столе виброустановки установить тест-объект из стали марки 40ХН2МА из комплекта устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД. Центр тест-объекта должен совпадать с осью датчика, установленного для поверки, с допустимым отклонением не более 3 мм. Допускается использовать тест-объект из комплекта УПД.

7.4.3 В соответствии с руководством по эксплуатации подключают датчик соединительным кабелем к осциллятору и выход последнего к универсальному вольтметру. Включают и прогревают вторичные приборы, а также измерительные и технические средства поверочной виброустановки.

7.4.4 На вибростоле поверочной виброустановки задают частоту вибрации равную 80 Гц и значение размаха виброперемещения равное 200 мкм.

Считывают показания вольтметра. Рекомендуется при определении коэффициента преобразования проводить не менее трех измерений, среднее арифметическое значение результатов измерений использовать в дальнейших расчетах.

7.4.5 Действительное значение коэффициента преобразования K_d , мВ/мкм, измерителя определяют по формуле

$$K_d = \frac{U_c}{S_d} \quad (1)$$

где: U_c - показание вольтметра, подключенного к выходу осциллятора, мВ;

S_d - виброперемещение (размах), задаваемое поверочной виброустановкой, мкм

7.4.6 Определение действительного значения коэффициента преобразования в статическом режиме производится с помощью УПД и универсального вольтметра.

7.4.6.1 На подвижный шток УПД в соответствии с руководством по эксплуатации установить тест-объект из комплекта поставки из стали марки 40ХН2МА из комплекта устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД. На неподвижную опору УПД в соответствии с руководством по эксплуатации установить датчик поверяемого измерителя.

7.4.6.2 Соединительным кабелем подключить датчик к осциллятору, к осциллятору подключить универсальный вольтметр и источник питания. Включить поверяемый измеритель и средства поверки и выдержать их в рабочем режиме не менее 15 мин.

7.4.6.3 Коэффициент преобразования определяют по не менее пяти значений относительного перемещения (контрольным точкам) равномерно распределенным в пределах (0,1 ... 0,9) диапазона измерения перемещения. Значение относительного перемещения в контрольных точках задается с помощью мер длины.

7.4.6.4 Ручкой продольного перемещения датчик измерителя вводится в соприкосновение с поверхностью тест-объекта. Для достижения необходимого усилия прижима следует использовать храповик, прижимая тест объект к торцевой плоскости катушки датчика до срабатывания трещотки храпового механизма. Такое положение подвижной каретки УПД принимается за "0-ю" точку при задании измеряемого линейного перемещения.

Вращением шкалы отсчетного устройства совместить «0» шкалы с положением стрелки отсчетного устройства.

7.4.6.5 Перемещая тест-объект относительно датчика по показаниям по показаниям шкалы отсчетного устройства установить величину зазора (относительное перемещение) соответствующее значению первой контрольной точки и зафиксировать показания универсального вольтметра.

7.4.6.6 Последовательное устанавливая величину зазора (относительного перемещения), в соответствии с выбранными контрольными точками, для каждой контрольной точки фиксируют соответствующие им значения выходного напряжения (тока).

Рассчитывают коэффициент преобразования K_c^i для каждой пары (i и $i+1$) соседних контрольных точек по формуле:

$$K_c^i = \frac{U_c^{i+1} - U_c^i}{S_{i+1} - S_i}, \quad (2)$$

где: U_c^i, U_c^{i+1} - величина выходного сигнала (показание вольтметра, подключенного к выходу осциллятора) в контрольных точках i и $i+1$, соответственное, мВ;

S_i, S_{i+1} - значение относительного перемещения заданного в контрольных точках i и $i+1$, соответственное, мкм.

7.4.6.7 За действительное значение коэффициента преобразования измерителя в статическом режиме K_c , мВ/мкм, принимают среднее арифметическое значение рассчитанных по формуле (2) значений коэффициентов преобразования. А именно:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} K_c^i}{k-1}, \quad (3)$$

где: K_c^i - величина коэффициента преобразования, рассчитанное для i -ой пары контрольных точек, мВ/мкм;

k - количество контрольных точек.

7.4.6.8 Значение K_c должно соответствовать паспортным данным.

7.4.6.9 Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального значения не должно превышать допустимых пределов, указанных в описании типа для данной модификации поверяемого измерителя. Отклонение определяется по формуле (4):

$$\delta = \frac{K - K_n}{K_n} \times 100 (\%) \quad (4)$$

где K - действительное значение коэффициента преобразования;
 K_n - номинальное значение коэффициента преобразования.

7.5 Определение неравномерности частотной характеристики

7.5.1 Неравномерность частотной характеристики (ЧХ) определяют при значении размаха виброперемещения равном 200 мкм на не менее десяти значениях частот третьоктавного ряда, находящихся в пределах рабочего диапазона частот измерителя. При этом два значения частоты должны быть в начале диапазона и два - в конце диапазона, а также обязательно наличие нижнего и верхнего значений частот рабочего диапазона.

Значения частот рекомендуется выбирать из ряда:

1; 1,5; 2; 4; 8; 10; 12,5; 25; 45; 80; 160; 320; 800; 1000; 2000; 5000; 8000; 10000 Гц.

На частотах, где технически невозможно получить указанное виброперемещение, коэффициент преобразования определяют при перемещениях, достижимых для вибровозбудителя, с коэффициентом гармоник движения вибростола не более 10%;

7.5.2 Устанавливают поверяемый датчик измерителя на вибростол поверочной виброустановки в соответствии с указаниями п.п. 7.4.1, 7.4.2, 7.4.3. Подключают измеритель к цепям питания и универсальному вольтметру в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и прогревают его в течении не менее 15 мин.

7.5.3 На виброустановке задают выбранное значение размаха виброперемещения последовательно на выбранных контрольных частотах и отсчитывают по вольтметру значения U_i напряжений. Для каждого значения частоты вычисляют значение коэффициента преобразования по формуле (1).

7.5.4 Используя полученные значения коэффициентов преобразования $K_{Дi}$, вычисляют их отклонения γ_i от действительного значения коэффициента преобразования $K_{Д}$, %, на всех частотах ряда:

$$\gamma_i = \frac{K_{Дi} - K_{Д}}{K_{Д}} \cdot 100, \quad (5)$$

7.5.5 За неравномерность частотной характеристики измерителя γ , %, принимают максимальное абсолютное значение вычисленное по формуле (6)

$$\gamma = \{ \text{mod } \gamma_i \}^{\max}, \quad (6)$$

7.5.6 Значение неравномерности ЧХ γ в рабочем диапазоне частот не должно превышать значения, указанного в описании типа для данной модификации поверяемого измерителя.

7.6 Определение нелинейности амплитудной характеристики

7.6.1 Нелинейность амплитудной характеристики $\delta_a^{ВП}$ измерителя определяют на частоте равной 80 Гц не менее чем при пяти значениях размаха виброперемещения в пределах диапазона измерения. При этом, одно из значений должно быть минимальным, другое - максимальным значением диапазона измерения.

7.6.2 Датчик поверяемого измерителя устанавливают на вибростол поверочной виброустановки 7.4.1, 7.4.2, 7.4.3, подключают его в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и прогревают в течении не менее 15 мин.

7.6.3 Последовательно задают значения размаха виброперемещения на частоте 80 Гц. Считывают значения напряжений U_i по показаниям вольтметра и определяют значения коэффициента преобразования $K_{Дi}$ для каждого значения размаха виброперемещения по формуле (1).

7.6.4 Определяют среднее арифметическое значение коэффициента преобразования вибропреобразователя $K_{ср}$, мВ/(м/с²), по формуле

$$K_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Дi}}{n}, \quad (7)$$

где: n - число значений задаваемого размаха виброперемещения при определении нелинейности амплитудной характеристики.

7.6.5 Для каждого значения задаваемого размаха виброперемещения определяют относительное отклонение δ_i , коэффициента преобразования K_{Di} от среднего арифметического значения K_{cp} , %

$$\delta_i = \frac{\text{mod}(K_{Di} - K_{cp})}{K_{cp}}, \quad (8)$$

где: $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

7.6.6 За нелинейность амплитудной характеристики измерителя δ_a принимают максимальное значение, вычисленное по формуле (44)

$$\delta_a = \{\delta_i\}^{\max}, \quad (9)$$

7.6.7 Значение нелинейности амплитудной характеристики δ_a не должно превышать значения, указанного в описании типа для данной модификации поверяемого измерителя.

7.7 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений относительного линейного перемещения

7.7.1 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений относительного линейного перемещения производится с помощью комплекта устройства для поверки преобразователей вихретоковых в статическом режиме УПД и универсального вольтметра.

7.7.2 На подвижный шток УПД в соответствии с руководством по эксплуатации установить тест-объект из комплекта поставки из стали марки 40ХН2МА. На неподвижную опору УПД в соответствии с руководством по эксплуатации установить датчик поверяемого измерителя.

7.7.3 Соединительным кабелем подключить датчик к осциллятору, к осциллятору подключить универсальный вольтметр и источник питания. Включить поверяемый измеритель и средства поверки и выдержать их в рабочем режиме не менее 15 мин.

7.7.4 Измерения проводят не менее чем при пяти значениях относительного перемещения (контрольным точкам) равномерно распределенным в пределах (0,1 ... 0,9) диапазона измерения перемещения. Значение относительного перемещения в контрольных точках задается с помощью мер длины.

7.7.5 Ручкой продольного перемещения датчик измерителя вводится в соприкосновение с поверхностью тест-объекта. Для достижения необходимого усилия прижима следует использовать храповик, прижимая тест объект к торцевой плоскости катушки датчика до срабатывания трещотки храпового механизма. Такое положение подвижной каретки УПД принимается за "0-ю" точку при задании измеряемого линейного перемещения.

Вращением шкалы отсчетного устройства совместить «0» шкалы с положением стрелки отсчетного устройства.

7.7.6 Перемещая тест-объект относительно датчика по показаниям по показаниям шкалы отсчетного устройства установить величину зазора (относительное перемещение) соответствующее значению первой контрольной точки и зафиксировать показания универсального вольтметра.

7.7.7 Для каждой контрольной точки измеряются соответствующие им значения выходного напряжения (тока).

Измеренное значение перемещения вычисляют по формуле:

$$S = U / K_{\delta}, \quad (10)$$

где: K_{δ} – действительное значение коэффициента преобразования, вычисленное в п. 7.4.13, мВ/мкм;

7.7.8 Значение абсолютной погрешности определяют по формуле:

$$\Delta = S - S_i, \quad (11)$$

где: S_i - заданное значение перемещения, мкм.

7.7.9 Значение допускаемой абсолютной погрешности измерений относительного линейного перемещения Δ не должна превышать значения, указанного в описании типа для данной модификации поверяемого измерителя.

7.8 Оформление результатов поверки

7.8.1 На измерители, прошедшие поверку, выдают свидетельство о поверке по установленной приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г. форме, или в паспорте делают соответствующую запись и наносят оттиск поверительного клейма.

7.8.2 Измерители, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к применению и выпуску в обращение не допускают. На них выдают извещение о непригодности с указанием причин по правилам, установленным приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г. Свидетельство о поверке аннулируют, оттиск поверительного клейма гасят. Измерители возвращают владельцу.

Начальник отдела 204

А.Е. Рачковский

Начальник лаборатории 204/3

А.Г. Волченко

Разработчик
Инженер 1-кат.

О.А. Шувалова